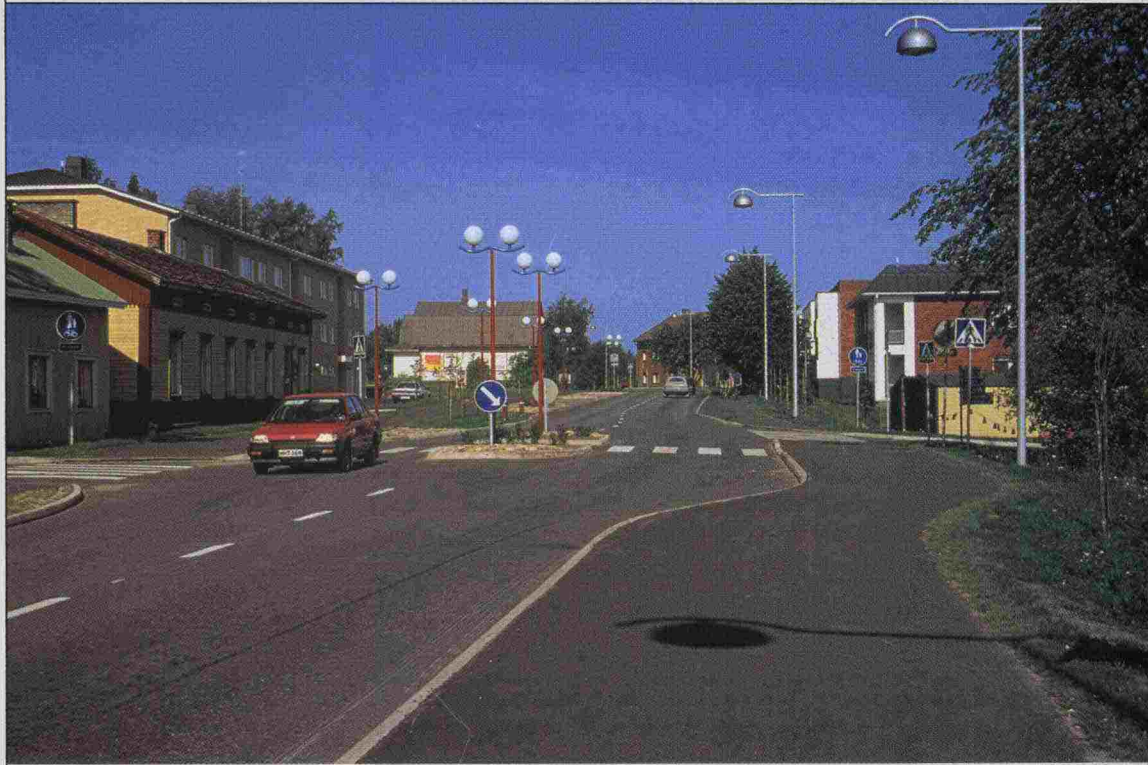




Tielaitos

Tien rakenteellisten hidastimien vaikutus ajokäyttäytymiseen



**Tielaitoksen
selvityksiä
48/1996**

Helsinki 1996

Kehittämiskeskus

Tielaitoksen selvityksiä
48/1996

**Tien rakenteellisten hidastimien
vaikutus ajokäyttäytymiseen**

Tielaitos
Kehittämiskeskus

Helsinki 1996

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-259-0
TIEL 3200416
Oy Edita Ab
Helsinki 1996

Julkaisun kustannus ja myynti:
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,
painotuotepalvelut
Telefax 0204 44 2652

Joutsenmerkin arvoinen paperi

Tielaitos
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde 0204 44 150

Tien rakenteellisten hidastimien vaikutus ajokäyttäytymiseen. [The Effects of Traffic Calming Measures on the Driver Behaviour]. Helsinki 1996. Tielaitos, kehittämiskeskus. Tielaitoksen selvityksiä 48/1996. 42 s. + liitt. 13 s., TIEL 3200416, ISBN 951-726-259-0, ISSN 0788-3722.

Aiheluokka: 21, 22, 84

Asiasanat: hidasteet, nopeustutkimukset, käyttäytyminen

Tiivistelmä

Tutkimuksessa on tarkasteltu tien rakenteellisten hidastimien vaikutusta kuljettajien ajokäyttäytymiseen eri keli- ja valaistusoloissa sekä autonkuljettajan ja jalankulkijan välistä vuorovaikutusta hidastimen kohdalla olevalla suojatiellä päivällä. Tutkittuja hidastintyyppejä olivat ajoradan korotus, ajolinjan sivusiirtymä, yksipuolinen kavennus ja kiertoliittymä. Lisäksi vertailumittauksia tehtiin tavanomaisen suojatiesaarekkeen ja tavallisen suojatien kohdilla.

Mittausmenetelminä olivat ajoneuvoseuranta, tutkimittaus ja videokuvaus. Ajoneuvoseurannalla selvitettiin nopeuksia ja niiden muuttumista hidastimen kohdalla. Tutkamittauksissa mitattiin ajoneuvojen hetkellisiä nopeuksia lasertutkalla. Videolla kuvattiin ja selvitettiin kuljettajien väistämiskäyttäytymistä jalankulkijan saapuessa tien reunaan tien ylitystä varten. Jalankulkija oli noin 30 vuotias, näkyvästi pukeutunut mies, joka nähtyään vasemmalta lähestyvän ajoneuvon rauhallisesti kävellen pyrki tien ylitse auton ollessa 30 - 50 m päässä suojatiestä. Näin vuorovaikutustilanne saatiin vakioitua ja oli mahdollista vertailla eri tutkimuskohteiden tuloksia keskenään.

Autoilijat laskivat nopeuttaan eniten ajoradan korotuksissa ja kiertoliittymässä. Korotuksen kohdalla nopeuksien keskiarvot olivat 30 km/h:n rajoitusalueella noin 25 km/h ja 50 km/h:n rajoitusalueella hieman alle 40 km/h. Kiertoliittymän kiertotilassa keskinopeus oli alle 30 km/h. Ajoradan korotus vaikutti kuljettajien käyttämiin nopeuksiin noin 100 metrin etäisyydelle korotuksesta. Kiertoliittymän vaikutus alkoi noin 200 metriä ennen liittymää ja jatkui liittymän jälkeen noin 150 metrin etäisyydelle. Ajolinjan sivusiirtymissä keskinopeudet olivat hieman yli 40 km/h. Nopeustasoon vaikuttivat esimerkiksi sivusiirtymän suuruus ja kuljettajan näkökenttää rajaavat rakennukset. Sivusiirtymä vaikutti nopeuksiin noin 200 metrin matkalla. Yksipuolisen kavennuksen kohdalla nopeudet laskivat ainoastaan kohtaamistilanteissa. Ajosuunnan kaistalla olevan kavennuksen kohdalla keskinopeudet olivat hieman alempia kuin vastakkaisella suunnalla. Kahdessa kohteessa tehtiin vertailumittauksia tavallisen suojatiesaarekkeen kohdalla. Suojatiesaarekkeet vaikuttivat nopeuksiin vähän.

Lumisateella ja lumisella tienpinnalla sekä sateella kuljettajat ajoivat 2 - 4 km/h alemmalla nopeudella kuin kuivalla kelillä. Pimeällä, katuvalojen palaessa keskinopeudet olivat valtaosassa kohteista 2 - 3 km/h alempia kuin päivällä.

Autonkuljettajan ja jalankulkijan välisessä vuorovaikutustilanteessa hidastimen kohdalla olevaa suojatietä ylittävää jalankulkijaa väistävien kuljettajien osuus oli riippuvainen nopeusrajoituksesta ja ns. vapaan auton nopeudesta suojatien kohdalla. Vapaan ajoneuvon nopeus mitattiin häiriöttömässä tilanteessa, jossa muu liikenne ei vaikuta kuljettajan nopeuden valintaan. Mittaustulosten perusteella eri nopeusrajoitusalueille tehtyjen lineaaristen regressiomallien mukaan vapaiden autojen keskinopeuden ollessa suojatien kohdalla 30 km/h, jalankulkijaa väistävien autoilijoiden osuus 30 km/h:n nopeusrajoitusalueella oli noin 70 % ja 50 km/h:n nopeusrajoitusalueella noin 30 %. Jalankulkijaa suojatien kohdalla väistävien kuljettajien osuus vapaiden ajoneuvojen 45 km/h:n keskinopeudella oli 40 km/h:n rajoitusalueella 25 % ja 50 km/h:n nopeusrajoitusalueella noin 10 %. Kuljettajien väistämiskäyttäytymiseen vaikuttivat auton nopeus ja etäisyys suojatiehen sillä hetkellä, kun jalankulkija saapui tien reunalle. Keskimäärin kuljettajat väistivät jalankulkijaa, jos etäisyys suojatiehen oli sama kuin jarrutusmatka hidastuvuudella $1,2 \text{ m/s}^2$.

Tien rakenteellisten hidastimien vaikutus ajokäyttäytymiseen. [The Effects of Traffic Calming Measures on the Driver Behaviour]. Helsinki 1996. Finnish National Road Administration. Tielaitoksen selvityksiä 48/1996. 42 p. + appendix 13 p., TIEL 3200416, ISBN 951-726-259-0, ISSN 0788-3722.

Keywords: traffic calming measures, speed measurement, behaviour

Abstract

The objective of this study was to examine the effects of traffic calming measures on the driver behaviour in varying weather and light conditions, and the interaction between the driver of the car and the pedestrian during daytime at a pedestrian crossing at a traffic calming device. The types of the traffic calming devices surveyed in this study were raised pedestrian crossings, horizontal deflections (chicanes), a single-sided narrowing and a traffic circle. Reference measurements were also carried out at a pedestrian refuge and at a normal zebra crossing.

The data was collected using the following car, the radar gun and the video recording methods. By the following car method it was possible to get the speed data in the surroundings of a traffic calming device and their changing as the vehicle approached the device. The spot speed data was collected by a laser radar. The interaction between the driver and the pedestrian, as the latter approached the side of the road intending to cross it, were recorded on video tape. The pedestrian was an approx. 30-year-old male, wearing easily visible clothing, who, having seen a vehicle approach from the left, calmly walking started crossing the road, as the approaching vehicle was 30...50 metres from the crossing. In this manner the situation of interaction was standardised, and the results of the measurement became commensurate.

Drivers lowered their speed most at the raised pedestrian crossings and at the traffic circle. The average spot speed at the raised pedestrian crossings was about 25 km/h in the 30 km/h speed limit area and slightly under 40 km/h in the 50 km/h speed limit area. The average speed was below 30 km/h on the circulatory carriageway of the traffic circle. The raised pedestrian crossings influenced on speeds within the distance of 100 metres. The influence of the traffic circle started 200 metres upstream and continued at the distance of 150 metres downstream of the element. The average speed was slightly over 40 km/h at a horizontal deflection. The magnitude of the reduction of the speed was related to the amount of the horizontal deflection and buildings, etc. narrowing the driver's field of vision. The length of the influence area of this kind of speed control device was about 200 metres. A single-sided narrowing decreased speeds only in a meeting situation. The average spot speed was a little lower when the narrowing was on the driver's lane compared with a situation where a single-sided narrowing was on the opposite lane. At two test sites control measurements were made at a normal pedestrian refuge. Pedestrian refuges had little influence on the speeds.

During snowfall, rain or on a snowy road surface drivers used 2 - 4 km/h lower speed than in dry conditions. In darkness the average speeds were in most of the sites 2 - 3 km/h lower than by daylight.

The number of drivers who gave way to a pedestrian in an interaction situation was dependent on the speed limit and on the speed of a so-called free car at the crossing point. The speed of a free car was measured in a situation free from the influence of other traffic, the choice of speed thus being entirely up to the driver. According to the measurements and various linear regression models, when the speed of free cars at a crossing is 30 km/h, the number of vehicles giving pedestrians way is 70% when the speed limit is 30 km/h, and approx. 30% when the speed limit is 50 km/h. If the speed of free vehicles was 45 km/h at the crossing, the number of vehicles giving pedestrians way is 25% when the speed limit is 40 km/h, and approx. 10% when the speed limit is 50 km/h. The driver behaviour was dependent on the speed of the car and the distance to the pedestrian crossing at the moment when the pedestrian arrived at the crossing. The drivers gave the pedestrian way, if the distance to the crossing point was equal to the braking distance with a 1,2 m/s² deceleration.

Alkusanat

Teknillisen korkeakoulun liikennelaboratorio on tielaitoksen kehittämiskeskuksen toimeksiannosta selvittänyt tien rakenteellisten hidastimien vaikutusta ajokäyttäytymiseen. Työssä on lisäksi tarkasteltu ajoneuvon kuljettajien ja jalankulkijoiden välistä vuorovaikutusta taajamateiden ylityskohdissa.

Selvityksen on Teknillisessä korkeakoulussa tehnyt diplomi-insinööri Iiro Huttunen. Kenttätutkimuksiin on osallistunut laboratoriotyötekniikko Kari Hintikka. Työn valvojana on ollut apulaisprofessori Matti Pursula. Tielaitoksen yhdyshenkilönä on ollut diplomi-insinööri Jorma Saarelainen.

Helsingissä elokuussa 1996

*Tielaitos
Kehittämiskeskus*

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	9
2 MITTAUSMENETELMÄT	10
3 MITTAUSKOHTEET JA MITTAUSTULOKSET	11
3.1 Yleistä	11
3.2 Mt 3404, Kangasala	11
3.3 Pt 16511, Keuruu	14
3.4 Pt 12649, Rauma	17
3.5 Mt 235, Paimio	21
3.6 Asematie, Kauniainen	25
3.7 Kivennavantie, Espoo	29
3.8 Taajamatie, Rantasalmi	33
4 MITTAUSTULOSTEN ANALYSOINTI	35
4.1 Nopeuskäyttäytyminen	35
4.2 Jalankulkijan ja autoilijan väliset vuorovaikutustilanteet	36
4.3 Mittausmenetelmien vertailua	38
5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ	40
6 LÄHDELUETTELO	42
7 LIITTEET	43

1 JOHDANTO

Hidastin on tien rakenteellinen toimenpide, jolla pyritään alentamaan ajoneuvojen nopeuksia ja pitämään ne halutulla tasolla. Hidastimia ovat esimerkiksi ajoradan korotukset, kavennukset ja sivusiirtymät. Myös kiertoliittymää voidaan käyttää hidastimena. Ajonopeuksia alentamalla vaikutetaan erityisesti kevyen liikenteen turvallisuuteen. Nopeuksia alentamalla kevyen liikenteen ja moottoriajoneuvoliikenteen väliset vakavat onnettomuudet vähenevät.

Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu tien rakenteellisten hidastimien vaikutusta ajokäyttäytymiseen. Kenttätutkimuksissa on mitattu ajoneuvojen nopeuksia erilaisissa hidastimissa eri keli- ja valaistusoloissa. Lisäksi tarkastelun kohteena on ollut autoilijan ja jalankulkijan välinen vuorovaikutustilanne hidastimien kohdalla olevilla suojateillä. Mittausmenetelmiä olivat ajoneuvoseuranta, tutkamittaus ja videokuvaus.

Tutkimuksen tuloksena saatuja nopeus- ja käyttäytymistietoja voidaan hyödyntää hidastimien suunnittelussa ja eri hidastintyyppien soveltuvuustarkasteluissa. Lisäksi näitä tietoja tarvitaan, kun arvioidaan hidastimien vaikutuksia matka-aikoihin, viivytyksiin, päästöihin ja kevyen liikenteen turvallisuuteen.

2 MITTAUSMENETELMÄT

Tutkimuksen mittausmenetelmät olivat ajoneuvoseuranta, tutkamittaus ja videokuvaus. Ajoneuvoseuranta on mittausmenetelmä, jossa mitataan edellä ajavan ajoneuvon nopeutta. Mittausautolla seurataan satunnaisesti valittua ajoneuvoa siten, että jokaisessa tienkohdassa mittausauton nopeus on mahdollisimman tarkoin sama kuin seurattavan ajoneuvon. Ajoneuvoseurannan avulla saadaan selville nopeusprofiilit. Tutkimuksessa mittausajoneuvo oli henkilöauto, joka on varustettu Jamar TDC-8 liikenneanalysointilaitteella. Nopeustiedot tallentuvat yhden sekunnin välein analysointilaitteen muistiin. Kiintopistetiedot ja mahdolliset tapahtumakoodit syötettiin laitteen muistiin käsin. Ajoneuvoseuranta tehtiin noin 20 - 30 metrin etäisyydellä edellä kulkevaan ajoneuvoon. Seurattavaksi valittiin vain henkilö- tai pakettiautoja. Seurantojen lukumäärä oli 15 kpl ajosuuntaa kohden. Poikkeuksena tästä oli tammikuun 1996 mittaus Raumalla, jossa seurantoja tehtiin vähäisen liikenteen vuoksi vain 10 kpl suuntaansa. Ajoneuvoseurannat ajettiin valoisana aikana.

Tutkamittauksissa mitattiin ajoneuvojen hetkellisiä nopeuksia. Mittaukset tehtiin Kustom ProLaser -lasertutkalla. Lasertutka mittaa lasersäteen avulla etäisyyden mitattavaan ajoneuvoon ja laskee etäisyydessä tapahtuneen muutoksen perusteella ajoneuvon nopeuden. Ajoneuvojen nopeuksia mitattiin sekä hidastimien kohdalla että niiden läheisyydessä. Yhdellä mittauskerralla pyrittiin mittaamaan vähintään 100 ajoneuvon nopeus. Tätä havaintomäärää ei saavutettu kaikissa mittauksissa, sillä mittauksen maksimikesto oli yksi tunti. Tutkamittauksia tehtiin sekä päiväaikaan että pimeällä katuvalaistuksen aikana.

Videokuvauksia tehtiin autoilijoiden ja jalankulkijoiden välisten vuorovaikutustilanteiden tutkimiseksi. Seuranta tehtiin hidastimien kohdalla olleiden suojateiden lisäksi yhdellä tavallisella suojatiellä. Videoinnin avulla saadaan selville mm. autoilijan nopeuskäyttäytyminen vapaissa tilanteissa ja tilanteissa, joissa jalankulkija aikoo ylittää ajoradan. Vapaan ajoneuvon kuljettajan nopeuden valintaan ei muu liikenne vaikuta. Videoinnissa käytettiin kahta VHS-kameraa, jotka oli varustettu aikageneraattorilla. Kuva-ala oli 45 - 65 metriä pitkä osuus ennen hidastinta ja suojatietä. Ennen mittauksen aloittamista kuvausalueelta osoitettiin kiintopisteet viiden metrin välein. Ajoneuvon nopeus laskettiin kymmenen metrin matkan keskinopeutena kunkin kiintopisteen kohdalla. Koska jalankulkijoita oli useimmissa tutkimuskohteissa varsin vähän, päädyttiin noin 30 vuotiaan, näkyvästi pukeutuneen mieskoehenkilön käyttöön. Koehenkilöä käyttämällä jalankulkijan käyttäytyminen vakioitiin. Tämä mahdollistaa eri kohteiden välisen vertailun. Koehenkilö saapui lähestyvän ajoneuvon havaittuaan rauhallisesti kävellen suojatien reunaan hetkellä, jolloin lähestyvän ajoneuvon etäisyys suojatielle oli noin 30 - 50 metriä. Etäisyys valittiin vallitsevan nopeusrajoituksen mukaan ja tutkamittausten tulosten perusteella. Nopeustason ollessa noin 50 km/h etäisyydeksi valittiin 50 m ja alhaisimmilla nopeustasoilla 30 m. Koetilanteissa tutkittiin vain henkilö- ja pakettiautoilijoita. Koehenkilö saapui ajoradan reunalle autoilijasta katsoen oikealta. Jokaisessa mittauskohteessa koejalankulkija teki vähintään 20 ylitysyritystä. Vapaiden ajoneuvojen nopeuskäyttäytymisestä tehtiin 50 havaintoa. Tammikuussa 1996 Rauman sivusiirtymässä tehdyssä mittauksessa vapaiden ajoneuvojen määrä oli vain 35 alhaisen liikennemäärän vuoksi. Videokuvaukset tehtiin kello 9 ja 15 välisenä aikana.

3 MITTAUSKOhteET JA MITTAUSTULOKSET

3.1 Yleistä

Kenttämittausten pääosa tehtiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäinen vaihe oli marraskuussa 1995 ja toinen tammikuussa 1996. Mittauskohteet olivat mt 3404 Kangasalla, pt 16511 Keuruulla, Uotilan pt 12649 Raumalla, mt 235 Paimiossa, Asematie Kauniaisissa ja Kivennavantie Espoossa. Näiden mittausten lisäksi tutkimuksessa on hyödynnetty marraskuussa 1994 Paimiossa ja huhtikuussa 1995 Keuruulla kerättyä mittausaineistoa sekä Esisuunnittelijat Oy:n Rantasalmella vuosina 1992-94 kuvaamaa videoaineistoa. Mittauskohteiden sijainti on esitetty liitteessä 1. Mitoituskuvia hidastimista on liitteessä 2 ja valokuvia mittauskohteista liitteessä 3.

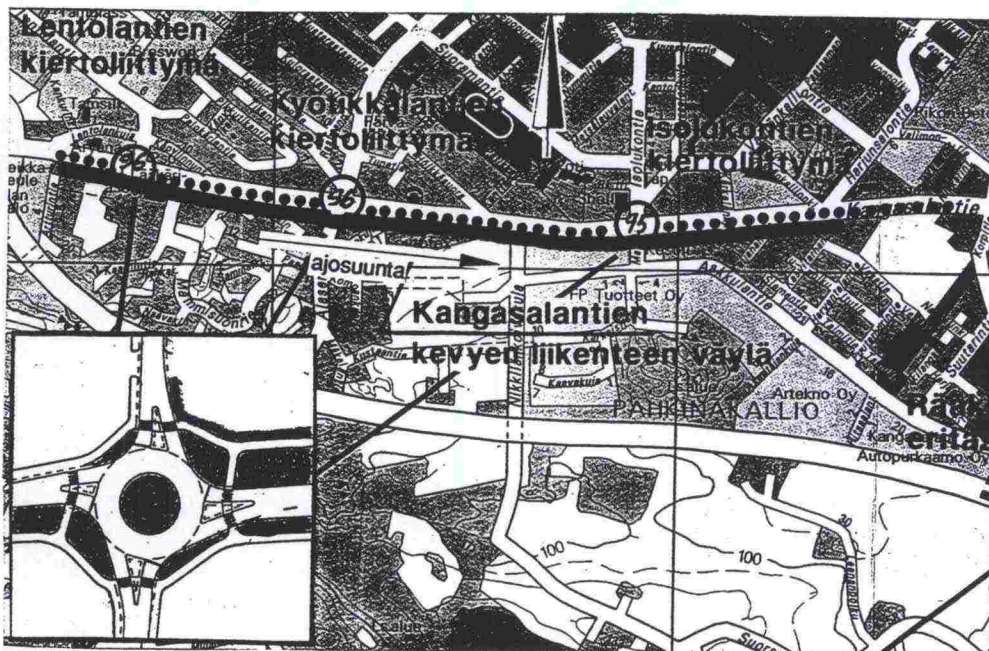
Kangasalan kohteessa on hidastimena kiertoliittymä, Keuruulla ja Kauniaisissa korotettu suojatie, Raumalla ja Paimiossa ajolinjan sivusiirtymä ja Espoossa yksipuolinen kavennus. Rantasalmella tarkastelun kohteena oli ajolinjaa muuttava keskisaareke ja kaksi ajoradan korotusta. Useimmissa kohteissa tehtiin myös vertailumittauksia. Kangasalla tutkattiin nopeuksia tavallisessa liittymässä. Keuruulla ja Paimiossa tutkittiin ajokäyttäytymistä ja nopeuksia suojatiesaarekkeen ja Raumalla tavallisen suojatien kohdalla.

3.2 Mt 3404, Kangasala

Maantie 3404 eli Kangasalantie on sisääntuloväylä Kangasalle länsisuunnasta. Tielle on rakennettu vuonna 1995 kaksi kiertoliittymää ja vuonna 1996 rakennetaan kaksi lisää. Nopeusrajoitus on kiertoliittymien kohdalla 50 km/h ja muualla 60 km/h. Tutkimuksen kohteena olivat Isonlukontien kiertoliittymä sekä vertailuliittymänä Kyötikkäläntien liittymä, joka rakennetaan 1996 kiertoliittymäksi. Maantiellä 3404 on tällä hetkellä erillinen kevyen liikenteen väylä tien toisella puolella. Lisäksi sillä on kevyen liikenteen alikulkutunneleita. Isonlukontien kiertoliittymässä kiertosaarekkeen halkaisija on 20 metriä. Kiertotilan leveys on liittymässä 8,0 metriä ja sitä on kavennettu sisäreunalta kiveyksellä 1,5 metriä. Luettelo Kangasalla tehdyistä mittauksista on *taulukossa 1* ja kartta mittauskohteesta *kuvassa 1*.

Taulukko 1: Kangasalla tehdyt mittaukset.

päivä	sää ja keli	menetelmä	mittauspaikka
ma 13.11.1995	aurikoinen + 3 °C tie: märkä	tutkamittaus videokuvaus	Isonlukontien kiertoliittymä Isonlukontien kiertoliittymä
ti 14.11.1995	pilvinen + 1 °C tie: märkä	tutkamittaus ajoneuvoseuranta	Kyötikkäläntien liittymä mt 3404
ma 15.1.1996	pilvinen + 1 °C tie: märkä	tutkamittaus videokuvaus	Isonlukontien kiertoliittymä Isonlukontien kiertoliittymä
	pimeä + 1 °C tie: märkä	tutkamittaus	Isonlukontien kiertoliittymä
ti 16.1.1996	pilvinen + 1 °C tie: märkä	ajoneuvoseuranta	mt 3404



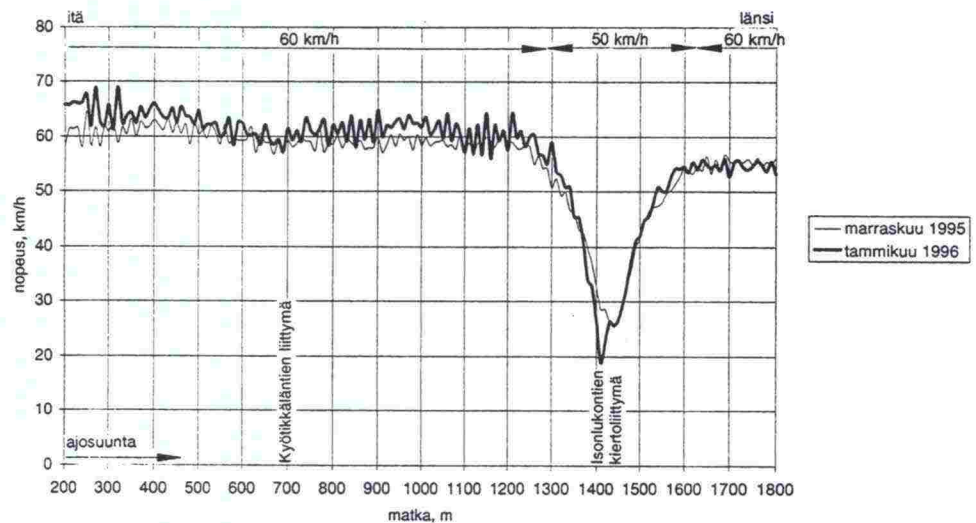
Kuva 1: Kangasalan mittauskohteen kartta.

Tutkamittauksissa tutkittiin lännestä Kangasalan keskustaän päin ajaneita ajoneuvoja. Suunnan liikennemäärä mittausten aikana oli noin 200 - 300 ajoneuvoa tunnissa. Tutkalla mitattujen nopeuksien keskiarvo oli 150 metriä ennen kiertoliittymää valoisaan aikaan noin 55 km/h. Pimeällä keskinopeus oli noin 3 km/h alempi. Ero on tilastollisesti merkitsevä. Kiertoliittymää ennen olevalla suojatiellä nopeuksien keskiarvo putoaa noin 30 km/h:iin. Ero eri mittausajankohtien tuloksien välillä ei ole tilastollisesti merkitsevä. Vertailuliittymänä mukana olleessa tavallisessa Kyötikkäläntien liittymässä nopeuksien keskiarvo oli hieman alle 60 km/h. *Taulukossa 2* on esitetty tutkimustulokset.

Taulukko 2: Kangasalan tutkamittausten tulokset.

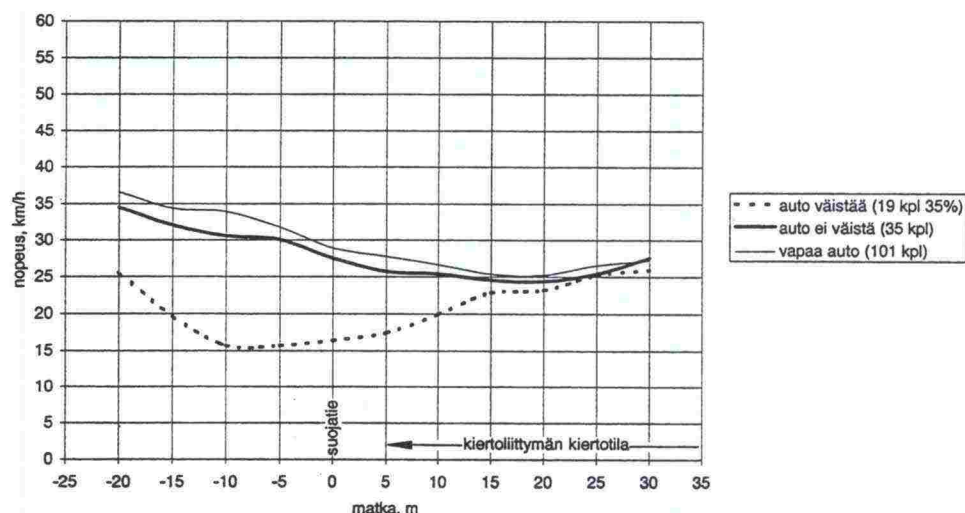
NOPEUS						havaintojen luku- määrä	sää ja keli
keski- v km/h	hajonta km/h	v 15% km/h	v 85% km/h	min km/h	max km/h		
Isonlukontien kiertoliittymä:							
150 m ennen kiertoliittymää							
56.9	6.2	51.1	63.1	42	74	116	aurinkoinen + 3 °C, tie märkä
55.0	6.1	49.2	61.1	42	75	107	pilvinen + 1 °C, tie märkä
51.9	5.3	45.4	57.7	40	62	124	pimeä + 1 °C, tie märkä
suojatie ennen kiertoliittymää							
32.1	4.1	27.8	36.6	20	42	115	aurinkoinen + 3 °C, tie märkä
30.2	5.1	26.1	34.5	7	43	79	pilvinen + 1 °C, tie märkä
29.8	4.1	25.2	33.9	20	41	114	pimeä + 1 °C, tie märkä
Kyötikkäläntien liittymä:							
liittymän kohdalla							
58,4	6.3	52.4	64.8	38	83	202	pilvinen + 1 °C, tie märkä

Ajoneuvoseurantaa tehtiin vain Kangasalan keskustaan menevällä suunnalla. Mittausten perusteella nopeudet olivat kiertoliittymässä noin 25 km/h. Ennen kiertoliittymää nopeudet saattoivat olla tätäkin alempia, jos auto joutui väistämään kiertotilassa olevia. Kiertoliittymä alkoi vaikuttaa nopeuksiin noin 200 metriä ennen liittymää ja nopeutta alentava vaikutus ulottui noin 150 metrin päähän liittymän jälkeen. Nopeudet jäivät kiertoliittymän jälkeen alemmalle tasolle kuin ennen kiertoliittymää, vaikka nopeusrajoitus uudelleen nouseekin 60 km/h:iin. Kyötikkäläntien kohdalla tavallisessa liittymässä keskinopeudet olivat hieman alle 60 km/h. Nopeuksien lasku tavallisen liittymän kohdalla oli olematonta. Nopeuksien vaihteluväli mittauksissa oli Kyötikkäläntien tavallisen liittymän kohdalla 45 - 75 km/h ja Isonlukontien kiertoliittymässä 20 - 40 km/h. Kuvassa 2 on ajoneuvoseurantojen perusteella piirretyt nopeuskäyrät. Kuvasta näkyy, että nopeudet laskivat Kyötikkäläntien tavallisen liittymän kohdalla hyvin vähän. Sensijaan Isonlukontien kiertoliittymän kohdalla nopeudet laskivat selvästi. Kuvasta voi havaita myös sen, että nopeuksien keskiarvo oli kiertoliittymän jälkeen noin 5 km/h alempia kuin ennen kiertoliittymää, vaikka nopeusrajoitus on molemmilla osuuksilla 60 km/h.



Kuva 2: Nopeuksien keskiarvokäyrät ajoneuvoseurannoissa Kangasalan mittauksissa.

Jalankulkijan ja autoilijan välistä vuorovaikutustilannetta tutkittiin ennen Isonlukontien kiertoliittymää olevalla suojatiellä. Vapaiden autojen keskinopeus suojatien kohdalla oli hieman alle 30 km/h. Koetilanteessa jalankulkijaa väisti noin kolmasosa tutkituista autoilijoista. Näiden autojen nopeudet olivat suojatien kohdalla noin 15 km/h. Jalankulkijaa väistävien autoilijoiden nopeudet olivat muita autoilijoita alempia noin 25 - 30 metriä ennen suojatietä. Jalankulkijan ilmaantuminen suojatien reunaan alensi myös niiden autoilijoiden nopeuksia, jotka eivät väistäneet jalankulkijaa. Keskinopeuden ero vapaisiin autoihin oli kuitenkin vähäinen. Kuvassa 3 videoaineiston perusteella piirretyt nopeuskäyrät autoilijan ja jalankulkijan välisessä vuorovaikutustilanteessa.



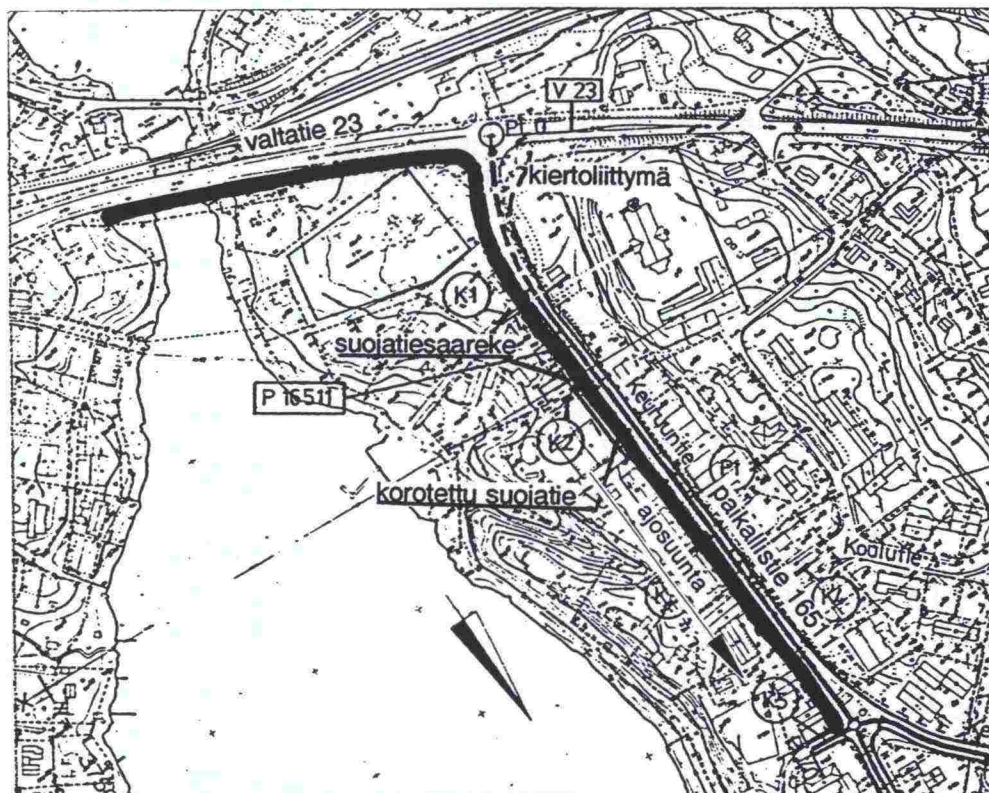
Kuva 3: Nopeuksien keskiarvokäyrät autoilijan ja jalankulkijan välisissä vuorovaikutustilanteissa Kangasalan Isonlukontien kiertoliittymää ennen olevan suojatien kohdalla.

3.3 Pt 16511, Keuruu

Paikallistie 16511 eli Keuruuntie on Keuruun keskustan pääkatu, joka alkaa valtatieltä 23. Valtatien 23 ja paikallistien 16511 liittymä on kiertoliittymä. Paikallistiellä 16511 on neljä 10 cm korotettua suojatietä ja kolme suojatiesaarekettä. Tiellä on 30 km/h:n nopeusrajoitus. Tutkimuksen kohteena olivat valtatieltä 23 lähinnä oleva eteläisin suojatiesaareke ja eteläisin korotettu suojatie. Suojatiesaarekkeen leveys on 2,0 metriä ja ajokaistan leveys saarekkeen kohdalla 3,6 metriä. Korotuksen pituus on 13,5 metriä, korkeus 10 cm ja viisteen kaltevuus 1:30. Ajoradan leveys korotuksen kohdalla on 6,8 metriä. Tiellä on säännöllistä linja-autoliikennettä. Taulukossa 3 on luettelo Keuruulla tehdyistä mittauksista ja kuvassa 4 kartta Keuruun mittauskohdeesta.

Taulukko 3: Keuruulla tehdyt mittaukset.

päivä	sää ja keli	menetelmä	mittauspaikka
ke 26.4.1995	aurinkoinen + 6 °C tie: kuiva	ajoneuvoseuranta	pt 16511
ti 14.11.1995	pimeä 0 °C tie: märkä	tutkamittaus	suojatiesaareke ja korotettu suojatie
ke 15.11.1995	aurinkoinen + 1 °C tie: märkä	videokuvaus tutkamittaus ajoneuvoseuranta	suojatiesaareke ja korotettu suojatie suojatiesaareke ja korotettu suojatie pt 16511
ti 16.1.1996	pimeä 0 °C tie: märkä	tutkamittaus	suojatiesaareke ja korotettu suojatie
ke 17.1.1996	pilvinen 0 °C tie: märkä	videokuvaus tutkamittaus	suojatiesaareke ja korotettu suojatie suojatiesaareke ja korotettu suojatie
to 18.1.1996	pilvinen - 1 °C tie: osittain jäinen	ajoneuvoseuranta	pt 16511



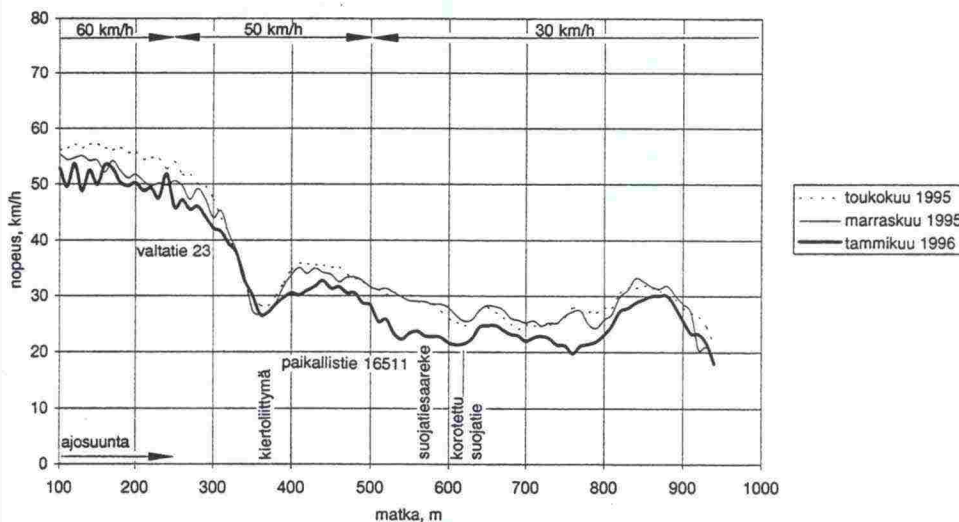
Kuva 4: Keuruun mittauskohteen kartta.

Tutkalla mitattiin ajoneuvojen keskinopeudeksi korotetun suojatien kohdalla noin 25 km/h ja suojatiesaarekkeen kohdalla noin 30 km/h. Pimeällä nopeudet olivat hieman korkeampia kuin valoisaan aikaan. Nopeuksien keskiarvojen ero oli tilastollisesti merkitsevä. Tähän vaikuttanee eniten liikennemääräero. Iltaisin liikennemäärä oli mittaussuunnalla noin 200 ajoneuvoa tunnissa. Päivällä liikennemäärä oli kaksinkertainen. Taulukossa 4 on esitetty tutkimittausten tulokset.

Taulukko 4: Keuruun tutkimittausten tulokset.

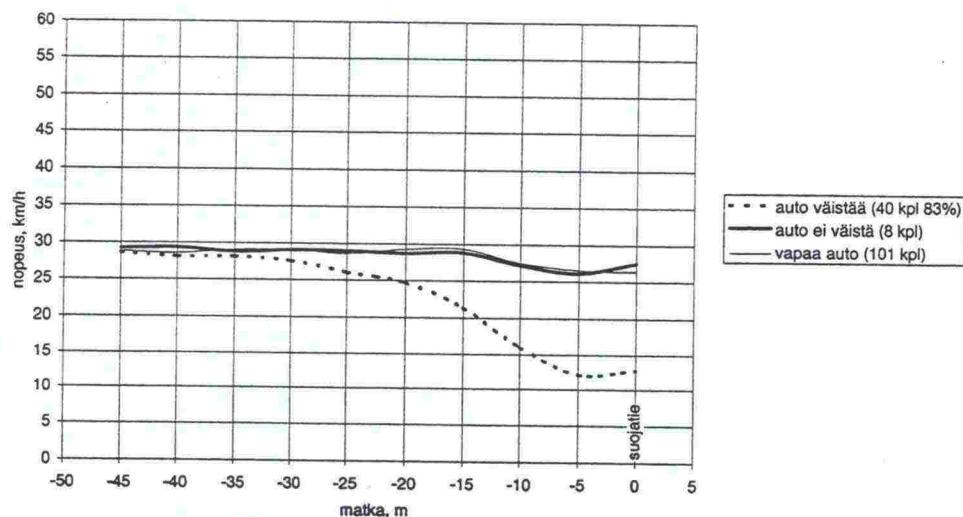
NOPEUS						havaintojen luku- määrä	sää ja keli
keski- v km/h	hajonta km/h	v 15% km/h	v 85% km/h	min km/h	max km/h		
suojatiesaareke: suunta keskustaan							
28.0	4.9	22.9	33.1	16	42	108	aurinkoinen + 1 °C, tie märkä
27.7	4.5	23.5	32.4	18	40	122	pilvinen 0 °C, tie märkä
29.4	5.7	24.0	35.2	17	49	102	pimeä 0 °C, tie märkä
28.8	4.9	24.1	32.7	17	51	109	pimeä 0 °C, tie märkä
suunta vt 23:lle							
31.0	5.4	25.9	36.9	18	46	64	pimeä 0 °C, tie märkä
korotettu suojatie: suunta keskustaan							
23.0	3.9	18.9	27.0	13	37	159	aurinkoinen + 1 °C, tie märkä
24.0	3.7	20.1	27.3	14	37	124	pilvinen 0 °C, tie märkä
25.1	4.7	19.9	29.5	16	42	86	pimeä 0 °C, tie märkä
25.0	4.5	20.5	29.6	16	35	116	pimeä 0 °C, tie märkä

Ajoneuvoseurantaa tehtiin valtatie 23:lta keskustaan tulevalla suunnalla. Suojatiesaarekkeen kohdalla keskinopeus oli hieman alle 30 km/h ja korotetun suojatien kohdalla noin 25 km/h. Tammikuun 1996 ajoneuvoseurantojen nopeuskeskiarvot olivat jonkin verran alempia kuin muilla mittauskerroilla. Keskiarvoa alentaa muutama poikkeuksellisen matalalla nopeudella (noin 20 km/h) ajanut seurattava. Yksittäisissä seurannoissa nopeuksien vaihteluväli tammikuun 1996 mittausarjassa oli keskisaarekkeen kohdalla 20 - 40 km/h ja korotetun suojatien kohdalla 15 - 35 km/h. Vaihteluvälien alimmat arvot olivat muilla mittauskerroilla noin 5 km/h korkeampia kuin tammikuussa 1996. Yksittäisen hidastimen vaikutusalueen arviointi ei ole mahdollista, koska Keuruulla on useita peräkkäisiä erityyppisiä hidastimia. Kuvassa 5 on ajoneuvoseurantojen perusteella piirretyt nopeuskäyrät.

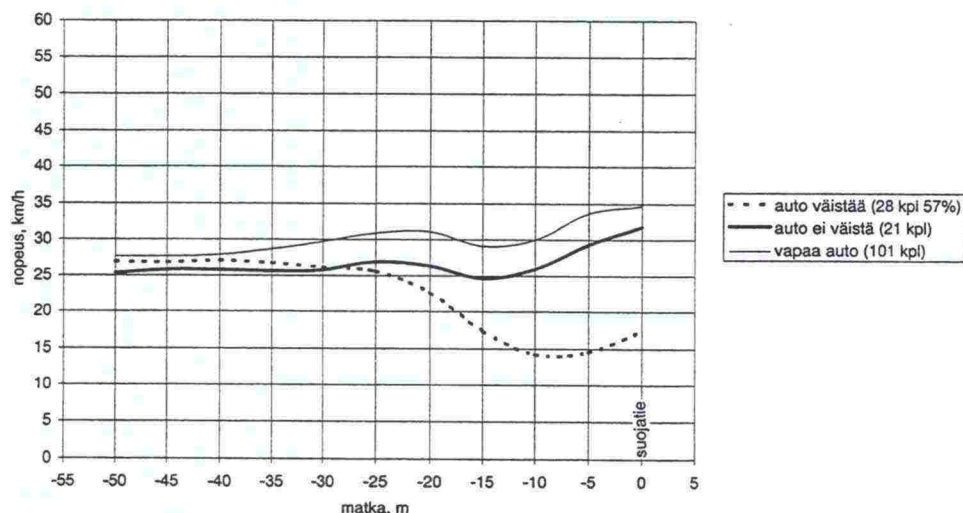


Kuva 5: Nopeuksien keskiarvokäyrät ajoneuvoseurannoissa Keuruun mittauksissa.

Jalankulkijan vaikutusta autoilijoiden käyttämiin nopeuksiin tutkittiin sekä korotetun suojatien että suojatiesaarekkeen kohdalla olevan suojatien kohdalla. Korotetun suojatien kohdalla tutkittiin valtatie 23:n suunnasta tulevia autoja ja suojatiesaarekkeen luona valtatie 23:lle ajavia autoja. Nämä tutkimussuunnat valittiin, jotta vapaiden ajoneuvojen nopeudet ennen hidastinta olisivat samansuuruisia ja ratkaisujen keskinäinen vertailu olisi mahdollista. Koetilanteessa korotetun suojatien kohdalla yli 80 prosenttia autoilijoista väisti jalankulkijaa. Jalankulkijaa väistävät kuljettajat alkoivat vähentää nopeuttaan vapaisiin autoihin verrattuna runsaat 30 metriä ennen suojatietä. Väistävien kuljettajien keskinopeus suojatien kohdalla oli alle 15 km/h. Vapaiden autojen keskinopeus oli ennen korotusta hieman alle 30 km/h ja se laski muutamalla km/h:lla hidastimen kohdalla. Ne kuljettajat, jotka eivät väistäneet jalankulkijaa, ajoivat keskimäärin samaa nopeutta kuin vapaat kuljettajat. Suojatiesaarekkeen kohdalla autoilijat väistivät jalankulkijaa harvemmin kuin korotetulla suojatiellä. Lähes 60 prosenttia autoilijoista väisti. Nämä kuljettajat alkoivat alentaa nopeuttaan noin 35 metriä ennen suojatietä. Alimmillaan väistävien autojen keskinopeus oli noin 15 km/h, joka on noin puolet vapaiden autojen nopeudesta. Kuljettajat, jotka eivät väistäneet jalankulkijaa, ajoivat jonkin verran alemmalla nopeudella kuin vapaat autot. Kuvassa 6 on videokuvausten perusteella piirretyt keskinopeuskäyrät autoilijan ja jalankulkijan välisissä vuorovaikutustilanteissa korotetun suojatien kohdalla. Kuvaan 7 on piirretty vastaavat käyrät vuorovaikutustilanteissa suojatiesaarekkeen kohdalla.



Kuva 6: Nopeuksien keskiarvokäyrät autoilijan ja jalankulkijan välisissä vuorovaikutustilanteissa korotetun suojatien kohdalla Keuruulla.

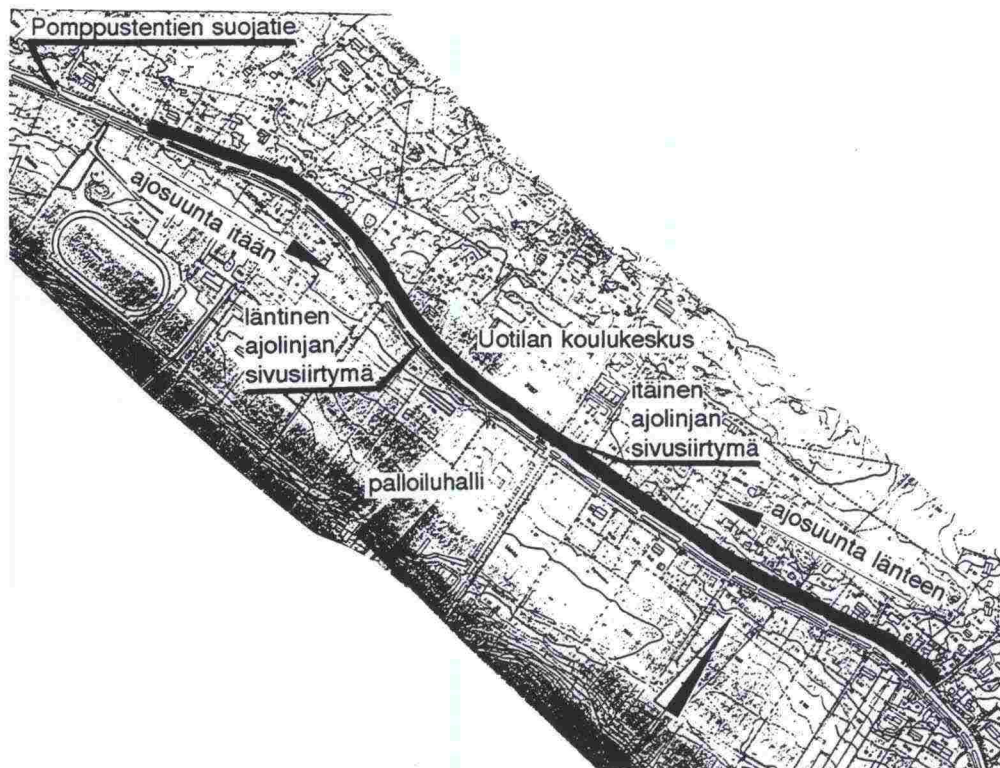


Kuva 7: Nopeuksien keskiarvokäyrät autoilijan ja jalankulkijan välisissä vuorovaikutustilanteissa suojatiesaarekkeen kohdalla Keuruulla.

3.4 Pt 12649, Rauma

Paikallistie 12649 eli Uotilan paikallistie sijaitsee Rauman kaupungin Uotilan kaupunginosassa. Paikallistien varrella sen pohjoispuolella on Uotilan koulukeskus ja samalla kohtaa paikallistien eteläpuolella on palloiluhalli. Paikallistielle on rakennettu koulukeskuksen molemmille puolille keskisaarekkeen avulla ajolinjan sivusiirtymät, joilla pyritään alentamaan nopeuksia koulukeskuksen kohdalla. Läntinen sivusiirtymä sijaitsee kaarteessa ja itäinen suoralla. Sivusiirtymän suuruus on molemmissa 2,0 metriä. Suoralla sijaitsevassa sivusiirtymässä keskisaareke on lyhyempi ja mitoitus siten tiukempi kuin kaarteessa olevassa sivusiirtymässä. Molempien sivusiirtymien yhteydessä on suojatie. Längisessä sivusiirtymässä suojatie sijaitsee 20 metrin etäisyydellä ajolinjaa muuttavan keskisaarekkeen itäpuolella. Itäisessä sivusiirtymässä suojatie sijaitsee 17 metriä etäisyydellä ajolinjaa muuttavan keskisaarekkeen länsipuolella. Nopeusrajoitus on koulukeskuksen kohdalla 40 km/h ja muualla 50 km/h. Koulukeskuksen ja palloiluhallin välillä on sivusiirtymien yhteydessä olevien suojateiden lisäksi alikulkutunneli. Raumalla tehtiin vertailumittauksia myös tavallisen suojatien

kohdalla. Tutkittu suojatie sijaitsee Pomppustentien liittymän kohdalla, joka on noin 750 metriä Uotilan koulukeskuksen länsipuolella. Nopeusrajoitus tällä kohdalla on 50 km/h. Kuvassa 8 on Rauman mittauskohteen kartta. Taulukossa 5 on lueteltu kohteessa tehdyt mittaukset.



Kuva 8: Rauman mittauskohteen kartta.

Taulukko 5: Raumalla tehdyt mittaukset.

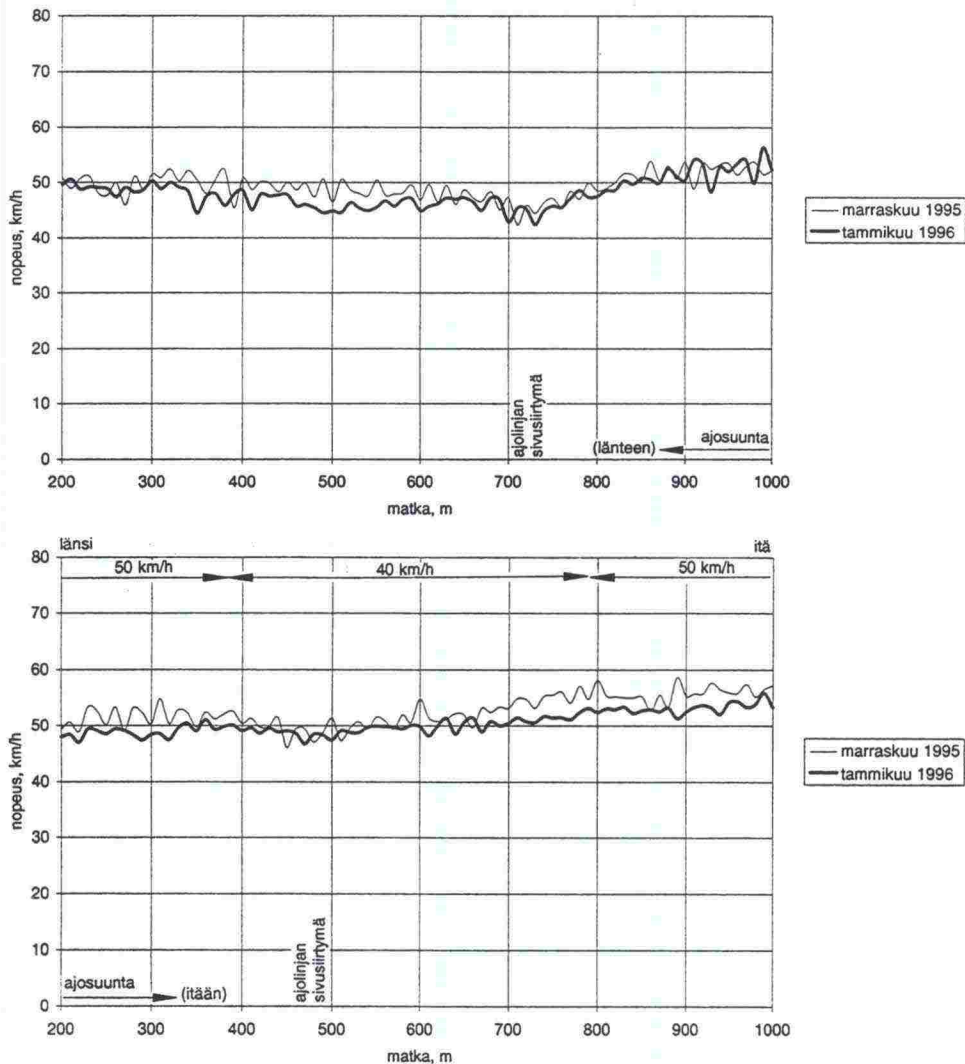
päivä	sää ja keli	menetelmä	mittauspaikka
ma 20.11.1995	aurinkoinen - 2 °C tie: osittain jäinen	videokuvaus	läntinen ajolinjan sivusiirtymä
	pimeä - 5 °C tie: osittain jäinen	tutkamittaus	itäinen ajolinjan sivusiirtymä
ti 21.11.1995	pilvinen + 2 °C tie: märkä	tutkamittaus tutkamittaus ajoneuvoseuranta	Pomppustentien suojatie itäinen ajolinjan sivusiirtymä pt 12649
ma 22.1.1996	pilvinen - 4 °C tie: kuiva, matalat jääpolanteet	videokuvaus videokuvaus	Pomppustentien suojatie läntinen ajolinjan sivusiirtymä
	pimeä - 3 °C tie: kuiva, matalat jääpolanteet	tutkamittaus	itäinen ajolinjan sivusiirtymä
ti 23.1.1996	pilvinen - 5 °C tie: kuiva, matalat jääpolanteet	tutkamittaus tutkamittaus ajoneuvoseuranta	Pomppustentien suojatie itäinen ajolinjan sivusiirtymä pt 12649

Tutkamittaukset tehtiin itäisessä ajolinjan sivusiirtymässä. Tutkalla mitattiin länteen päin ajavien nopeuksia. Liikennemäärä mittausten aikana oli 40 - 70 ajoneuvoa tunnissa tutkitulla suunnalla. Keskinopeudet olivat 100 metriä ennen sivusiirtymää noin 50 km/h. Tällä kohdalla nopeusrajoitus alenee 50 km/h:sta 40 km/h:iin. Sivusiirtymän kohdalla nopeuksien keskiarvot olivat 41,2 - 46,7 km/h ja 75 metriä sivusiirtymän jälkeen 42,4 - 48,0 km/h. Kuivalla tiellä keskinopeudet olivat päivällä noin 2 km/h korkeammat kuin pimeällä. Ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. Tavallisen suojatien kohdalla Pomppustenttien liittymässä liikennemäärät ajosuunnittain olivat 70 - 150 ajoneuvoa tunnissa. Keskinopeudet tällä kohdalla olivat 46,1 - 49,8 km/h. Taulukossa 6 on esitetty tutkimittausten tulokset.

Taulukko 6: Rauman tutkimittausten tulokset.

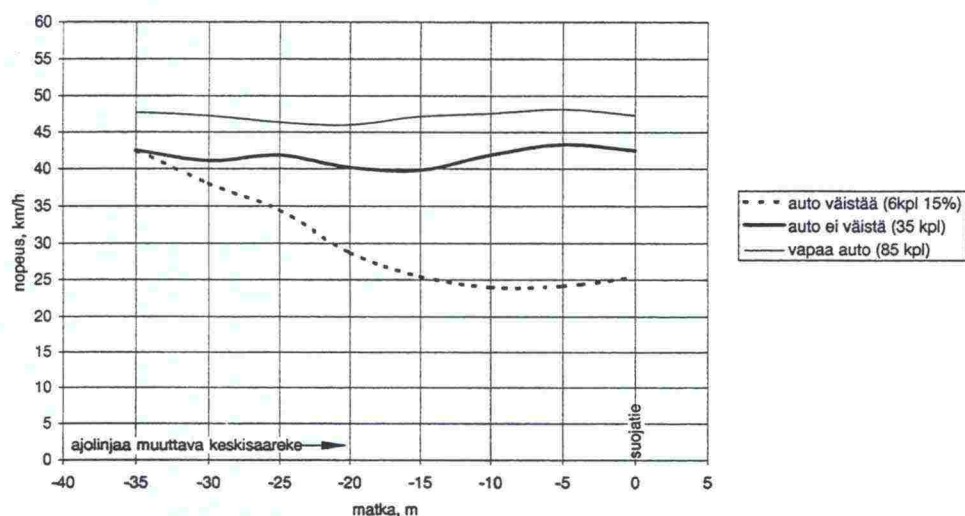
NOPEUS						havaintojen luku- määrä	sää ja keli
v	keski- hajonta	v 15%	v 85%	min	max		
km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h		
Itäinen ajolinjan sivusiirtymä:							
100 m ennen sivusiirtymää							
52.3	10.6	40.9	64.2	35	83	29	pilvinen + 2 °C, tie märkä
48.8	7.2	40.0	56.4	34	67	34	pilvinen - 5 °C, tie kuiva jääpolanteet
48.2	5.7	41.4	54.0	36	59	46	pimeä -3 °C, tie kuiva jääpolanteet
49.2	5.4	43.3	54.0	38	62	36	pimeä -5 °C, tie osittain jäinen
sivusiirtymässä							
46.7	10.1	35.5	57.2	32	77	40	pilvinen + 2 °C, tie märkä
43.4	5.7	37.6	49.1	32	56	35	pilvinen - 5 °C, tie kuiva jääpolanteet
41.2	4.5	37.0	45.5	31	55	47	pimeä - 3 °C, tie kuiva jääpolanteet
43.7	7.7	35.7	50.9	28	61	44	pimeä - 5 °C, tie osittain jäinen
75 m sivusiirtymän jälkeen							
48.0	9.6	36.7	59.0	34	68	37	pilvinen + 2 °C, tie märkä
44.4	5.3	38.4	49.9	32	55	32	pilvinen - 5 °C, tie kuiva jääpolanteet
42.4	4.7	36.6	47.4	33	50	42	pimeä - 3 °C, tie kuiva jääpolanteet
47.1	6.3	39.4	55.6	38	61	38	pimeä - 5 °C, tie osittain jäinen
tavallinen suojatie Pomppustenttien kohdalla:							
suunta itään							
49.7	6.5	43.4	55.0	40	73	52	pilvinen + 2 °C, tie märkä
46.1	5.5	40.4	51.7	30	63	130	pilvinen - 5 °C, tie kuiva jääpolanteet
suunta länteen							
49.8	6.2	43.7	56.3	31	67	89	pilvinen + 2 °C, tie märkä
47.7	4.9	43	52.7	36	60	81	pilvinen - 5 °C, tie kuiva jääpolanteet

Ajoneuvoseurannat tehtiin molempiin ajosuuntiin. Liikenteen vähäisen määrän vuoksi toisella mittauksella tammikuussa 1996 seurantojen määrä oli vain 10. Ajosuunnassa itään nopeudet eivät juurikaan laskeneet läntisen sivusiirtymän kohdalla. Sen sijaan länteen ajettaessa nopeudet laskivat jonkin verran itäisessä ajolinjan sivusiirtymässä. Keskinopeus oli tällä kohdalla noin 45 km/h. Sivusiirtymä vaikutti kuljettajien käyttämiin nopeuksiin runsaan sadan metrin matkalla ennen hidastinta ja sen jälkeen. Kuvassa 9 on esitetty ajoneuvoseurantojen perusteella piirretyt nopeuskäyrät molempiin ajosuuntiin.

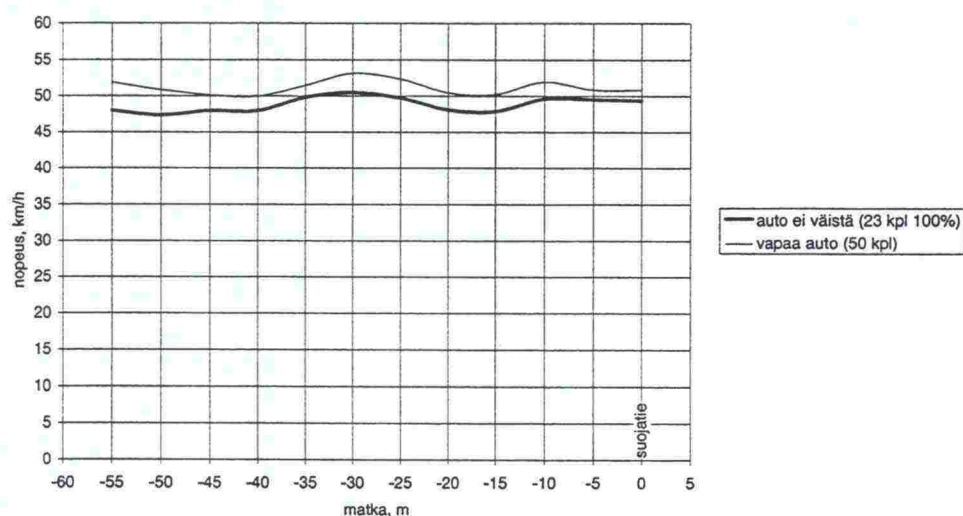


Kuva 9: Nopeuksien keskiarvokäyrät ajoneuvoseurannoissa Rauman mittauksissa.

Autonkuljettajan ja jalankulkijan vuorovaikutusta tutkittiin sekä läntisessä ajolinjan sivusiirtymässä että tavallisen suojatien kohdalla Pomppustentien liittymässä. Kuljettajista 15 prosenttia väisti jalankulkijaa sivusiirtymän jälkeen 20 metrin etäisyydellä olevan suojatien kohdalla. Jalankulkijaa väistäneet autoilijat alkoivat vähentää nopeuttaan noin 35 metriä ennen suojatietä. Myös ne autoilijat, jotka eivät väistäneet jalankulkijaa, ajoivat alemmalla nopeudella kuin vapaat autot. Tähän vaikuttaa luultavasti se, että kuljettajat näkivät avoimen ympäristön takia jalankulkijan jo kaukaa. Tavallisen suojatien kohdalla yksikään autonkuljettaja ei väistänyt jalankulkijaa. Kuljettajat reagoivat jalankulkijaan ainoastaan muuttamalla ajolinjaansa tien keskiviivalle päin. Kuvassa 10 on videokuvausten perusteella saadut tulokset autoilijan ja jalankulkijan välisissä vuorovaikutustilanteissa 20 metriä sivusiirtymän jälkeen olevan suojatien kohdalla ja kuvassa 11 tilanteesta tavallisen suojatien kohdalla.



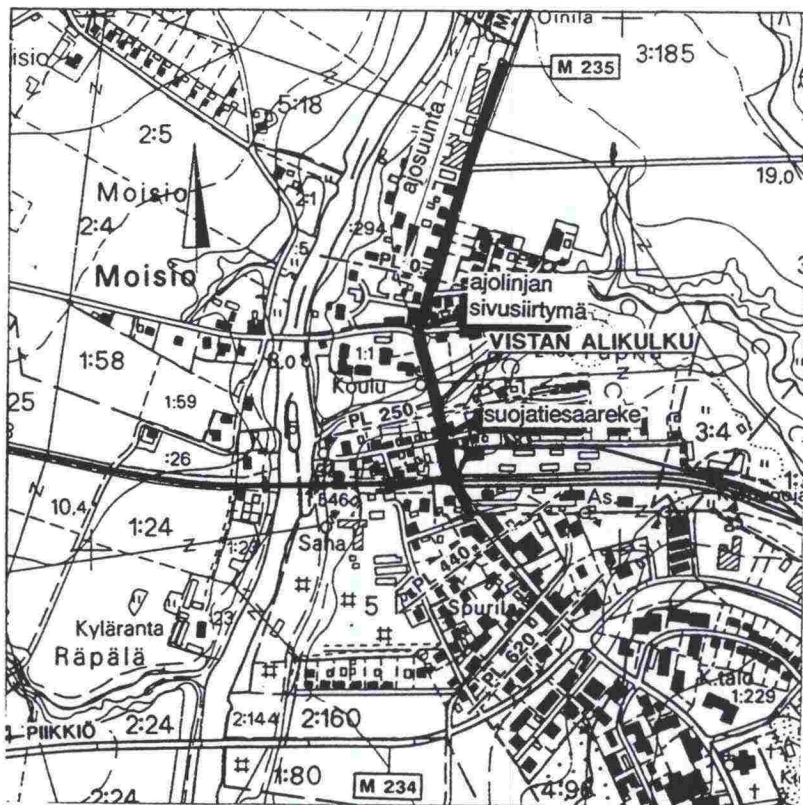
Kuva 10: Nopeuksien keskiarvokäyrät autoilijan ja jalankulkijan välisissä vuorovaikutustilanteissa ajolinjan sivusiirtymän kohdalla Raumalla.



Kuva 11: Nopeuksien keskiarvokäyrät autoilijan ja jalankulkijan välisissä vuorovaikutustilanteissa tavallisen suojatien kohdalla Raumalla.

3.5 Mt 235, Paimio

Paimiossa on maantielle 235 Vanhan Turuntien ja Sepäntien liittymän yhteyteen rakennettu pohjoisesta Paimioon tuleville ajoneuvoille ajolinjan sivusiirtymä. Se sijaitsee loivassa kaarteessa. Siirtymän suuruus on noin 2,5 metriä pohjoisesta tultaessa. Noin 90 metriä ennen saarekettä nopeusrajoitus 60 km/h alenee arvoon 40 km/h. Vertailumittauksissa tutkittiin nopeuksia ja ajokäyttäytymistä 40 km/h nopeusrajoitusalueella olevan Postinkujan liittymän suojatien kohdalla. Liittymässä on suojatiesaarekkeet pääsuunnassa. Ajokaistan leveys saarekkeen kohdalla on 3,5 metriä. Mittauskohteen kartta on kuvassa 12. Paimion tehdyt mittaukset on luetteloitu taulukossa 7.



Kuva 12: Paimion mittauskohteen kartta.

Taulukko 7: Paimiossa tehtyt mittaukset.

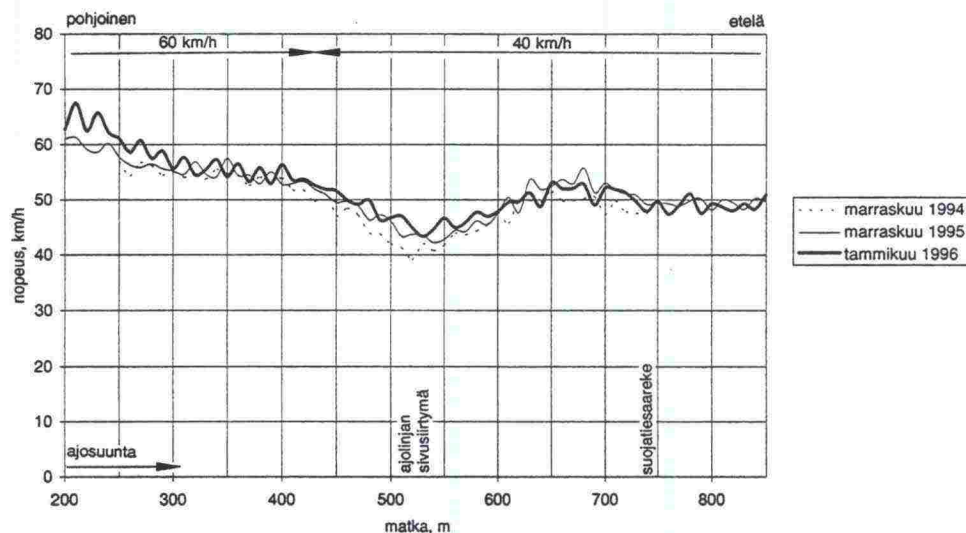
päivä	sää ja keli	menetelmä	mittauspaikka
ke 30.11.1994	aurinkoinen - 5 °C tie: kuiva	ajoneuvoseuranta	mt 235
ke 22.11.1995	pilvinen + 2 °C tie: märkä, lumipolanteinen	videokuvaus videokuvaus tutkamittaus	ajolinjan sivusiirtymä Postinkujan suojatiesaareke Postinkujan suojatiesaareke
	pimeä + 2 °C tie: märkä, lumipolanteinen	tutkamittaus	ajolinjan sivusiirtymä
to 23.11.1995	vesisade + 2 °C tie: märkä, lumipolanteinen	ajoneuvoseuranta tutkamittaus	mt 235 ajolinjan sivusiirtymä
ke 24.1.1996	aurinkoinen - 9 °C tie: kuiva, matalat jääpolanteet	videokuvaus videokuvaus tutkamittaus	ajolinjan sivusiirtymä Postinkujan suojatiesaareke Postinkujan suojatiesaareke
	pimeä - 9 °C tie: kuiva, matalat jääpolanteet	tutkamittaus	ajolinjan sivusiirtymä
to 25.1.1996	aurinkoinen - 15 °C tie: kuiva, matalat jääpolanteet	ajoneuvoseuranta tutkamittaus	mt 235 ajolinjan sivusiirtymä

Tutkamittausten aikana liikennemäärä pohjoisesta Paimioon tulevalla suunnalla oli 80 -120 ajoneuvoa tunnissa sivusiirtymän kohdalla ja 150 - 240 ajoneuvoa tunnissa Postinkujan liittymän kohdalla. Ajoneuvojen nopeuksien keskiarvo 90 metriä ennen sivusiirtymää oli noin 50 km/h. Tällä kohdalla 60 km/h nopeusrajoitus päättyy ja 40 km/h rajoitus alkaa. Sivusiirtymän alkukohdassa nopeuksien keskiarvo oli 41,9 - 45,3 km/h. Alimmat nopeudet mitattiin pimeällä ja sateisella säällä. Märällä kelillä nopeudet olivat tilastollisesti merkitsevästi alempia kuin kuivalla pakkaskelillä. Postinkujan liittymässä suojatiesaarekkeen kohdalla keskinopeudet olivat jonkin verran alle 45 km/h. Taulukossa 8 on esitetty tutkamittausten tulokset.

Taulukko 8: Paimion tutkamittausten tulokset.

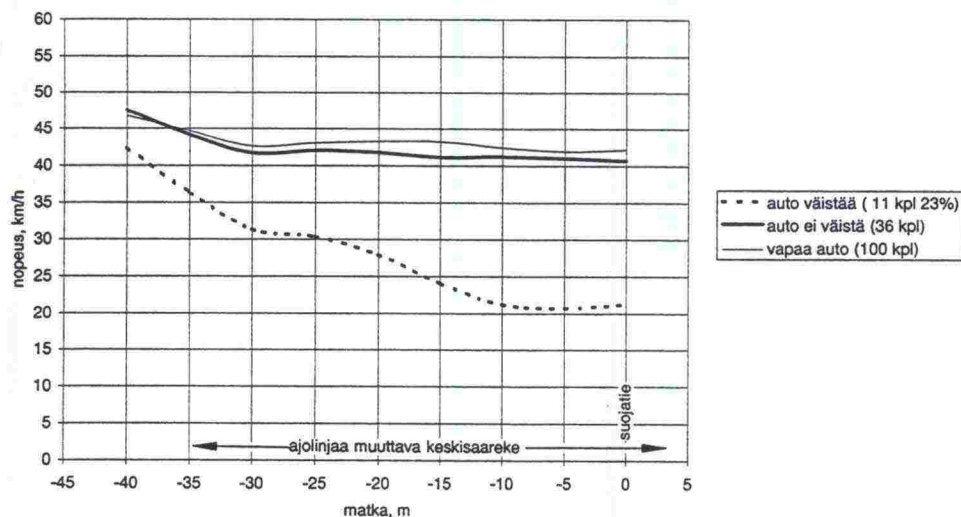
NOPEUS						havaintojen luku- määrä	sää ja keli
keski- v km/h	hajonta km/h	v 15% km/h	v 85% km/h	min km/h	max km/h		
Ajolinjan sivusiirtymä:							
90 m ennen sivusiirtymää							
49.7	6.1	43.5	56.7	35	62	54	vesisade + 2 °C, tie märkä lumipolanteinen
52.4	6.3	45.6	59.0	40	69	57	aurinko - 15 °C, tie kuiva jääpolanteet
49.1	6.5	42.0	55.3	34	68	85	pimeä + 2 °C, tie märkä lumipolanteinen
51.5	7.1	46.0	57.9	33	78	70	pimeä - 9 °C, tie kuiva jääpolanteet
sivusiirtymän alku							
42.7	5.7	36.2	49.5	33	58	60	vesisade + 2 °C, tie märkä lumipolanteinen
45.3	5.5	39.5	51.0	35	57	60	aurinko - 15 °C, tie kuiva jääpolanteet
41.9	5.4	36.7	48.1	30	62	103	pimeä + 2 °C, tie märkä lumipolanteinen
44.7	6.6	38.2	51.6	29	71	76	pimeä - 9 °C, tie kuiva jääpolanteet
suojatiesaarekke Postinkujan liittymässä:							
43.7	6.3	37.5	49.9	29	68	101	pilvinen + 2 °C, tie märkä lumipolanteinen
44.7	6.4	38.5	52.1	28	60	149	aurinko - 9 °C, tie kuiva jääpolanteet

Ajoneuvoseurannat tehtiin Paimion keskustaan tulevalla suunnalla. Nopeudet laskivat selvästi ajolinjan sivusiirtymässä ja jonkin verran suojatiesaarekkeen kohdalla. Sivusiirtymässä keskinopeudet olivat alimmillaan runsaat 40 km/h ja suojatiesaarekkeen kohdalla vajaat 50 km/h. Nopeuksien vaihteluväli sivusiirtymässä suojatien kohdalla oli 30 - 55 km/h. Suojatiesaarekkeen kohdalla Postinkujan liittymässä vastaava vaihteluväli oli 40 - 60 km/h. Sivusiirtymän ja suojatiesaarekkeen välisellä noin 200 metrin osuudella hetkellinen maksiminopeus oli yksittäisissä mittauksissa noin 65 km/h. Kuvassa 13 on esitetty ajoneuvoseurantojen perusteella piirretyt keskinopeusnopeuskäyrät.

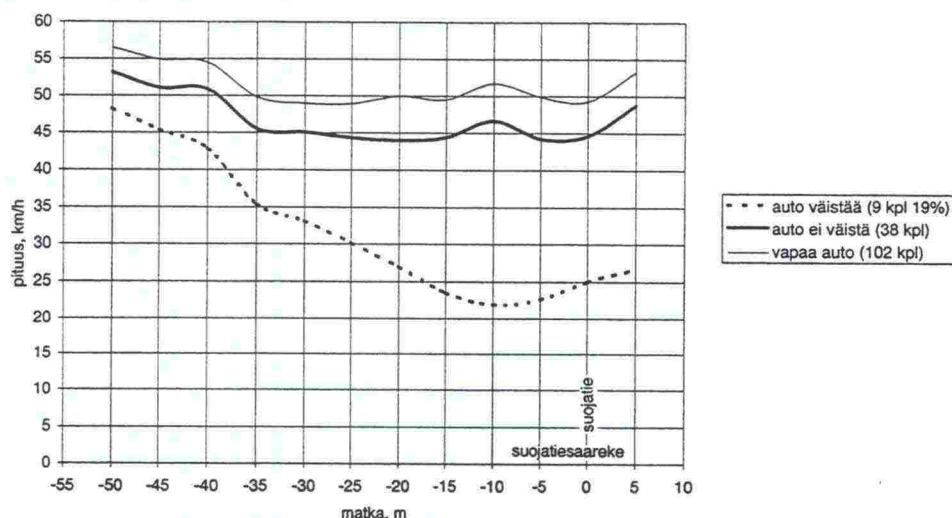


Kuva 13: Nopeuksien keskiarvokäyrät ajoneuvoseurannoissa Paimion mittauksissa.

Jalankulkijan ja autoilijan välistä vuorovaikutustilannetta tutkittiin sekä sivusiirtymän että suojatiesaarekkeen kohdalla. Sivusiirtymän yhteydessä olevalla suojatiellä autoilijat väistivät jalankulkijaa jonkin verran enemmän kuin keskisaarekkeen kohdalla. Sivusiirtymässä väistäviä autoilijoita oli hieman yli viidennes ja suojatiesaarekkeen kohdalla jonkin verran alle viidennes kaikista autoilijoista. Väistävien autojen keskinopeus suojateiden kohdalla oli 20 - 25 km/h alempi kuin vapaiden autojen nopeus. Jalankulkijaa väistävä kuljettajat alkoivat vähentää nopeuttaan 45 - 55 metriä ennen suojatietä. Suojatiesaarekkeen kohdalla hidastaminen alkoi aikaisemmin, koska autoilijan oli mahdollista havaita jalankulkija jo kaukaa. Tämän tekijän vaikutus tulee ilmi myös siitä, että nekin autoilijat, jotka eivät väistäneet jalankulkijaa, ajoivat keskisaarekkeen kohdalla alhaisemmalla nopeudella kuin vapaat autot. Videoaineiston perusteella piirretyt keskinopeuskäyrät sivusiirtymän kohdalla ovat kuvassa 14. Vastaavat käyrät suojatiesaarekkeen kohdalta ovat kuvassa 15.



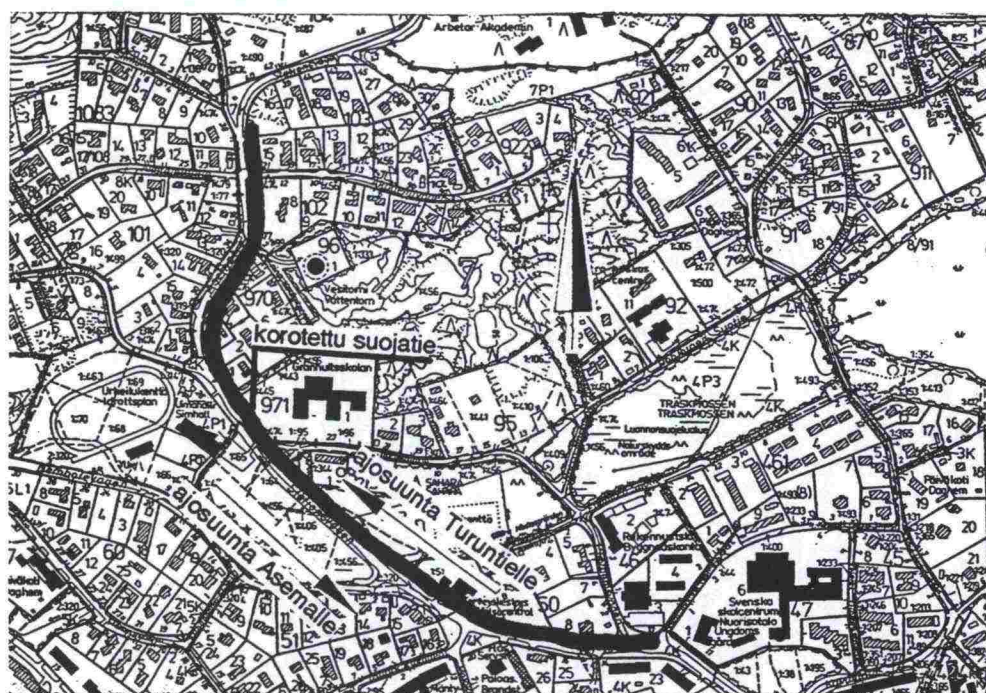
Kuva 14: Nopeuksien keskiarvokäyrät autoilijan ja jalankulkijan välisissä vuorovaikutustilanteissa ajolinjan sivusiirtymän kohdalla Paimiossa.



Kuva 15: Nopeuksien keskiarvokäyrät autoilijan ja jalankulkijan välisissä vuorovaikutustilanteissa keskisaarekkeen kohdalla Paimiossa.

3.6 Asematie, Kauniainen

Asematie sijaitsee Kauniaisissa. Katu on kokoojakatu, jolla on myös läpiajoliikennettä. Katua pitkin pääsee Kauniaisten asemalta Vanhalle Turuntielle. Asematielle on rakennettu uimahallin ja koulun välille korotettu suojatie. Korotus sijaitsee mäessä, jonka kaltevuus on noin 4 prosenttia. Katu nousee etelästä pohjoiseen, Kauniaisten asemalta Vanhan Turuntien suuntaan. Korotuksen korkeus on 7 cm, pituus 8,4 metriä ja viistekaltevuus 1:25. Korotuksen kohdalla on lisäksi 2,0 metriä leveä keskisaareke. Ajokaistan leveys on tällä kohdalla 3,6 metriä. Kadulla on säännöllistä linja-autoliikennettä. Nopeusrajoitus on 50 km/h. Kauniaisten kohteen kartta on kuvassa 16. Kohteessa tehdyt mittaukset on lueteltu taulukossa 9.



Kuva 16: Kauniaisten mittauskohteen kartta.

Taulukko 9: Luettelo Kauniaisten mittauksista.

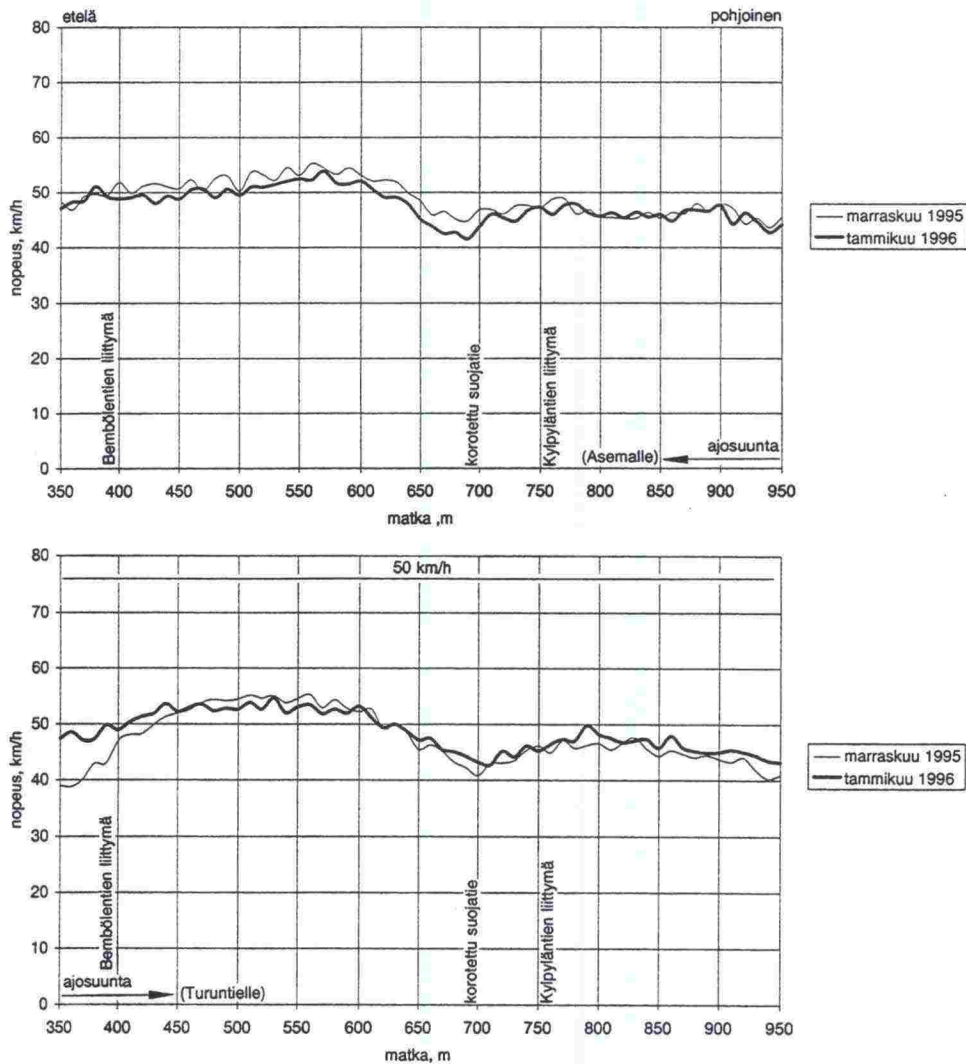
päivä	sää ja keli	menetelmä	mittauspaikka
ma 27.11.1995	pilvinen 0 °C tie: märkä	tutkamittaus	korotettu suojatie
	räntäsade 0 °C tie: märkä	tutkamittaus	75 metriä korotuksesta Kauniaisten aseman suuntaan
	lumisade 0 °C tie: luminen	tutkamittaus	korotettu suojatie
ti 28.11.1995	pimeä - 9 °C tie: lumipolanteinen	tutkamittaus	korotettu suojatie
	aurinkoinen - 9 °C tie: lumipolanteinen	videokuvaus ajoneuvoseuranta	korotettu suojatie Asematie
to 30.11.1995	pilvinen - 2 °C tie: lumipolanteinen	ajoneuvoseuranta	Asematie
ma 29.1.1996	pimeä - 4 °C tie: kuiva, matalat lumipolanteet	tutkamittaus	korotettu suojatie
	puolipilvinen - 4 °C tie: kuiva, matalat lumipolanteet	videokuvaus	korotettu suojatie
	pilvinen - 4 °C tie: kostea, matalat lumipolanteet	tutkamittaus	korotettu suojatie
ti 30.1.1996	pilvinen - 4 °C tie: kostea, matalat lumipolanteet	tutkamittaus	75 metriä korotuksesta Kauniaisten aseman suuntaan
	heikko lumisade 0 °C tie: märkä	ajoneuvoseuranta	Asematie

Tutkalla mitattujen nopeuksien keskiarvo oli korotetun suojatien kohdalla jonkin verran alle 40 km/h. Keskinopeus oli alimmillaan pimeällä lumipolanteisella tiellä. Lumisade ja luminen tienpinta laskivat nopeuksia tilastollisesti merkitsevästi. Vertailun vuoksi mitattiin päivällä nopeuksia 75 metrin etäisyydellä korotuksesta etelään. Tällä kohdalla ennen korotusta Vanhan Turuntien suuntaan ajavien keskinopeudet olivat hieman yli 50 km/h. Samalla kohdalla korotuksen jälkeen aseman suuntaan ajavien nopeudet olivat jonkin verran tätä alempia. Tutkamittauksen aikana liikennemäärä oli suunnittain 100 - 300 ajoneuvoa tunnissa. *Taulukossa 10* on esitetty tutkamittauksen tulokset.

Taulukko 10: Kauniaisten tutkamittausten tulokset.

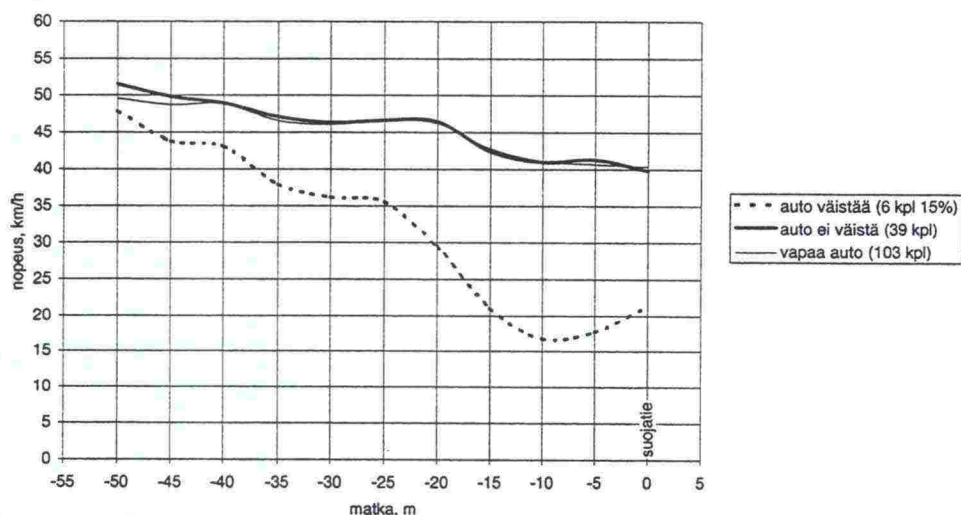
NOPEUS						havaintojen luku- määrä	sää ja keli
— v	keski- hajonta	v 15%	v 85%	min	max		
km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h		
suunta Turuntielle: 75 m ennen korotusta							
50.3	5.8	44.5	56.5	36	67	86	räntäsade 0 °C, tie märkä
52.7	6.7	46.1	58.9	37	76	86	pilvinen - 4 °C, tie kostea lumipolanteet
korotettu suojatie							
39.1	6.1	33.1	45.6	22	56	110	pilvinen 0 °C, tie märkä
38.9	8.1	30.4	47.7	16	54	97	lumisade 0 °C, tie luminen
40.3	6.4	33.8	46.0	20	57	91	pilvinen - 4 °C, tie kostea lumipolanteet
37.3	7.3	29.3	46.6	22	50	32	pimeä - 4 °C, tie kuiva lumipolanteet
38.3	5.9	32.5	43.5	25	50	40	pimeä - 9 °C, tie lumipolanteinen
suunta Asemalle: korotettu suojatie							
39.3	7.1	30.9	46.1	21	57	71	pilvinen 0 °C, tie märkä
37.1	6.2	30.2	44.1	25	50	74	lumisade 0 °C, tie luminen
40.0	7.1	32.4	46.4	23	60	104	pilvinen - 4 °C, tie kostea lumipolanteet
39.1	4.7	34.0	44.5	26	50	137	pimeä - 4 °C, tie kuiva lumipolanteet
37.3	5.6	33.0	41.2	20	55	76	pimeä - 9 °C, tie lumipolanteinen
75 m korotuksen jälkeen							
49.3	6.8	42.5	55.7	27	70	105	räntäsade 0 °C, tie märkä
51.0	7.8	43.9	57.9	35	79	101	pilvinen - 4 °C, tie kostea lumipolanteet

Ajoneuvoseurantoja ajettiin molempiin suuntiin. Mittaustuloksien perusteella voidaan todeta, että keskinopeudet korotetun suojatien kohdalla olivat noin 40 - 45 km/h ja nopeuksien vaihteluväli oli 35 - 55 km/h. Korotus vaikutti keskinopeuksiin noin 200 metrin matkalla. Kuvassa 17 on ajoneuvoseurantojen perusteella piirretyt keskinopeuskäyrät molempiin ajosuuntiin.



Kuva 17: Nopeuksien keskiarvokäyrät ajoneuvoseurannoissa Kauniaisten mittauksissa.

Ylitysaikeissa olevan jalankulkijan vaikutusta autonkuljettajien käyttäytymiseen tutkittiin tarkastelemalla Vanhan Turuntien suuntaan ajavia. Koetilanteessa kuljettajista 15 prosenttia antoi tietä jalankulkijalle. Väistäivät kuljettajat alkoivat pudottaa nopeuttaan jo runsaat 50 metriä ennen suojatietä. Matalimmillaan näiden kuljettajien keskinopeus oli 10 metriä ennen suojatietä, jolloin se oli alle 20 km/h. Tämä oli yli 20 km/h alempi kuin vapaiden autojen keskinopeus. Kuljettajat, jotka eivät väistäneet jalankulkijaa, käyttivät samaa keskinopeutta kuin vapaat autot. Kuvassa 18 videokuvausten perusteella saadut tulokset autoilijan ja jalankulkijan välisissä vuorovaikutustilanteissa.



Kuva 18: Nopeuksien keskiarvokäyrät autoilijan ja jalankulkijan välisissä vuorovaikutustilanteissa korotetun suojatien kohdalla Kauniaisissa.

3.7 Kivennavantie, Espoo

Kivennavantie sijaitsee Espoon Laajalahden pientaloalueella. Se yhdistää Pohjois-Tapiolan Laajalahteen. Se on alueen kokoojakatu ja sillä on runsaasti läpiajoliikennettä. Tutkimuksen kohteena oli yksipuolinen kavennus. Kavennus sijaitsee noin 300 metriä pitkän suoran keskivaiheilla, suojatien kohdalla Laajalahteen menevällä suunnalla. Ajoradan leveys on kavennuksen kohdalla 4,6 metriä ja muualla 6,0 metriä. Kivennavantiellä nopeusrajoitus on 40 km/h. Kadulla on erillinen kevyen liikenteen väylä ja säännöllistä linja-autoliikennettä. Kuvassa 19 on kartta mittauskohteesta ja taulukossa 11 luettelo Kivennavantiellä tehdyistä mittauksista.



Kuva 19: Kartta Espoon mittauskohteesta.

Taulukko 11: Espoossa tehdyt mittaukset.

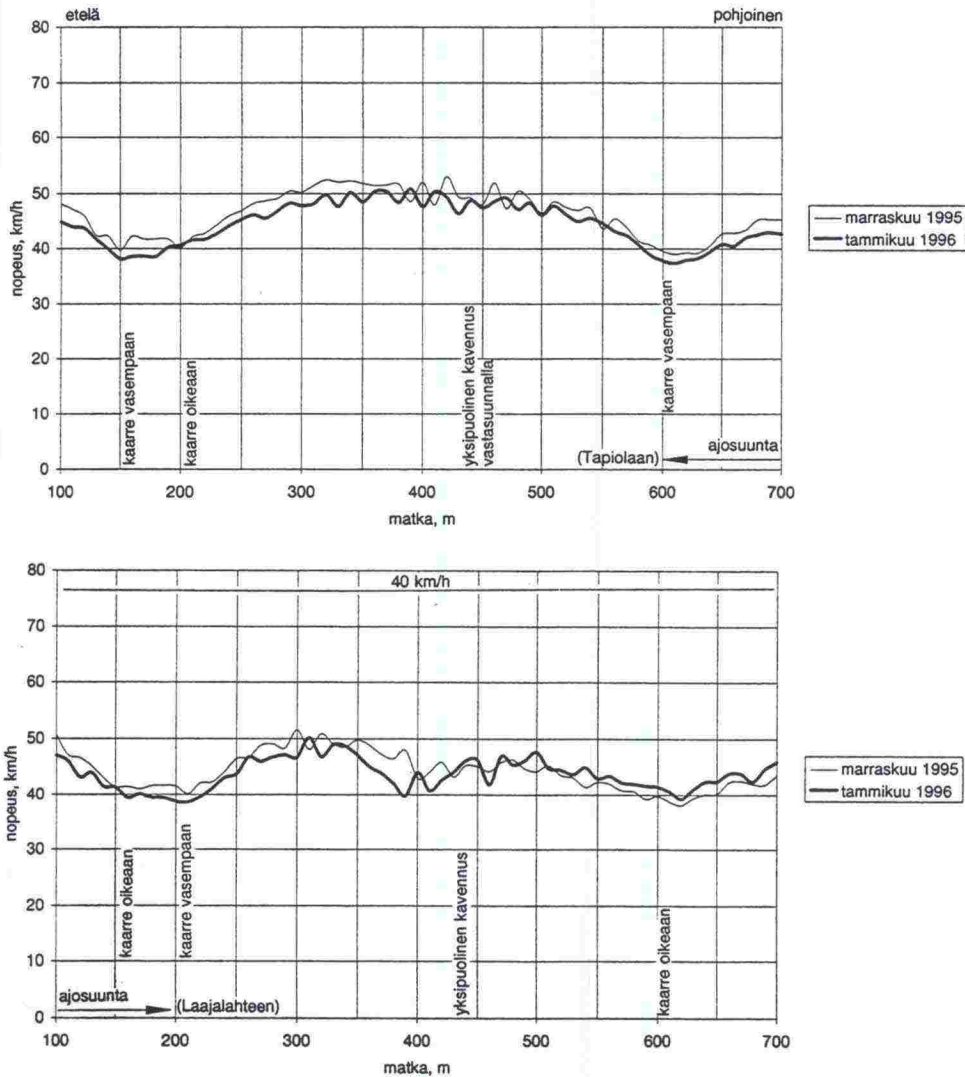
päivä	sää ja keli	menetelmä	mittauspaikka
ma 27.11.1995	lumisade 0 °C tie: sohjoinen	tutkamittaus	yksipuolinen kavennus
ti 28.11.1995	aurinkoinen - 7 °C tie: luminen	videokuvaus	yksipuolinen kavennus
	pimeä - 7 °C tie: luminen	tutkamittaus	yksipuolinen kavennus
to 30.11.1995	pilvinen - 2 °C tie: lumipolanteinen	ajoneuvoseuranta	Kivennavantie
ma 29.1.1996	pilvinen - 4 °C tie: kuiva, matalat lumipolanteet	videokuvaus	yksipuolinen kavennus
ti 30.1.1996	pilvinen - 4 °C tie: kostea, matalat lumipolanteet	tutkamittaus	yksipuolinen kavennus
	pimeä - 2 °C tie: kostea, matalat lumipolanteet	tutkamittaus	yksipuolinen kavennus
ke 31.1.1996	aurinkoinen - 3 °C tie: kuiva, matalat lumipolanteet	ajoneuvoseuranta	Kivennavantie

Kivennavantiellä mitattiin ajoneuvojen nopeuksia molemmissa ajosuunnissa ennen kavennusta, kavennuksen kohdalla ja sen jälkeen. Tutkamittausten aikana liikennemäärä oli 80 - 220 ajoneuvoa tunnissa ajosuunnittain. Ajoneuvojen keskinopeudet eivät laskeneet kavennuksen kohdalla. Laajalahteen menevällä suunnalla nopeudet olivat korkeimmillaan ennen kavennusta ja matalimmillaan kavennuksen jälkeen. Kavennuksen jälkeen katu kaartuu oikeaan ja nopeudet laskevat. Vastaavasti vastakkaisella Tapiolaan menevällä suunnalla nopeudet kasvoivat suoralla kaartein jälkeen. Laajalahteen menevällä kaistalla, jolla yksipuolinen kavennus on, keskinopeudet olivat kavennuksen kohdalla 39,9 - 45,6 km/h. Tapiolaan menevällä suunnalla nopeuksien keskiarvot olivat hieman korkeampia kuin nämä arvot. Pimeys ja lumisade laskivat nopeuksia. Lumisateella nopeudet olivat tilastollisesti merkitsevästi alempia kuin sateettomalla säällä. *Taulukossa 12 on esitetty tutkamittausten tulokset.*

Taulukko 12: Espoon tutkimittausten tulokset.

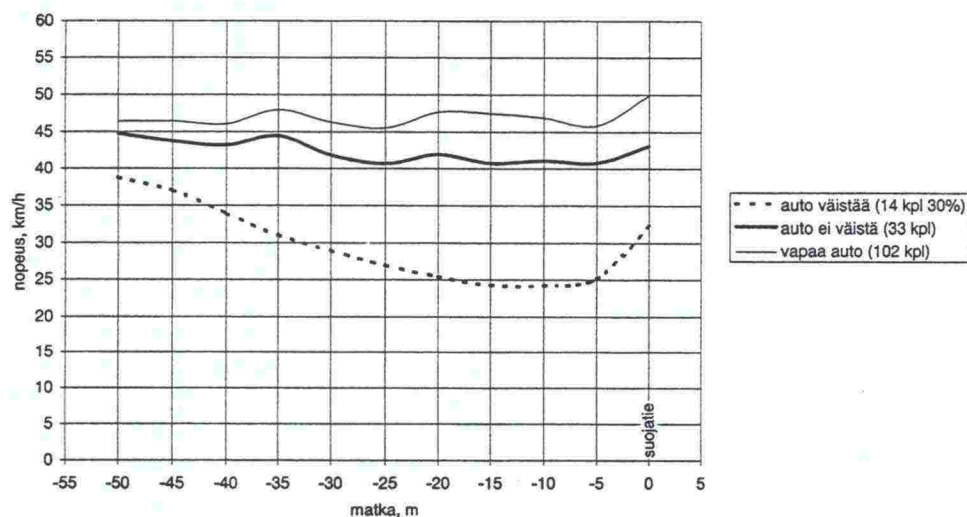
NOPEUS						havaintojen luku- määrä	sää ja keli
v	keski- hajonta	v 15%	v 85%	min	max		
km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h		
suunta Laajalahteen:							
75 m ennen kavennusta							
44.3	7.4	36.2	52.1	32	60	18	lumisade 0 °C, tie sohjoinen
46.2	5.9	40.5	52.0	29	56	27	pilvinen - 4 °C, tie kostea lumipolanteet
45.0	5.8	39.7	52.1	35	61	32	pimeä - 2 °C, tie kostea lumipolanteet
45.3	6.8	39.3	51.1	25	61	44	pimeä - 7 °C, tie luminen
yksipuolinen kavennus							
41.6	7.9	33.7	49.2	22	62	70	lumisade 0 °C, tie sohjoinen
45.6	6.0	40.0	51.3	33	63	63	pilvinen - 4 °C, tie kostea lumipolanteet
44.5	6.7	38.0	52.2	33	65	65	pimeä - 2 °C, tie kostea lumipolanteet
39.9	8.4	33.0	47.6	12	62	117	pimeä - 7 °C, tie luminen
75 m kavennuksen jälkeen							
41.1	6.5	33.9	46.9	29	57	62	lumisade 0 °C, tie sohjoinen
45.0	6.1	38.9	50.6	34	63	59	pilvinen - 4 °C, tie kostea lumipolanteet
44.4	5.8	38.3	49.5	35	60	60	pimeä - 2 °C, tie kostea lumipolanteet
39	4.9	34.6	44.3	27	52	107	pimeä - 7 °C, tie luminen
suunta Tapiolaan:							
75 m ennen kavennusta							
40.1	7.5	35.0	46.6	30	57	58	lumisade 0 °C, tie sohjoinen
46.7	6.1	39.5	53.8	33	59	61	pilvinen - 4 °C, tie kostea lumipolanteet
43.2	6.0	37.6	48.4	32	64	62	pimeä - 2 °C, tie kostea lumipolanteet
41.1	5.6	35.6	47.4	30	58	63	pimeä - 7 °C, tie luminen
kavennus (vastasuunnalla)							
43.6	6.0	37.4	49.3	28	62	57	lumisade 0 °C, tie sohjoinen
47.5	6.2	41.5	53.5	34	64	67	pilvinen - 4 °C, tie kostea lumipolanteet
45.2	6.9	38.5	51.9	27	66	66	pimeä - 2 °C, tie kostea lumipolanteet
42.2	7.0	35.4	49.9	28	64	62	pimeä - 7 °C, tie luminen
75 m kavennuksen jälkeen							
47.6	6.6	41.2	54.7	32	63	55	pilvinen - 4 °C, tie kostea lumipolanteet
46.4	8.0	39.6	52.4	34	76	44	pimeä - 2 °C, tie kostea lumipolanteet

Ajoneuvoseurantoja tehtiin Kivennavantiellä molempiin ajosuuntiin. Mittaustuloksista voi havaita, että kadun kaarteet vaikuttivat nopeuksiin enemmän kuin yksipuolinen kavennus. Laajalahteen menevällä suunnalla keskinopeudet laskivat ennen kavennusta hieman. Tämä johtuu siitä, että aineistossa on mukana väistötilanteita. Tapiolaan menevällä suunnalla keskinopeudet kavennuksen kohdalla olivat Laajalahden suuntaa korkeampia ja ne olivat noin 50 km/h. Nopeuksien vaihteluväli kavennuksen kohdalla Laajalahteen menevällä suunnalla oli väistötilanteet poisluettuna 35 - 60 km/h ja Tapiolaan menevällä suunnalla 40 - 70 km/h. Väistötilanteissa nopeudet laskivat Laajalahden suunnalla alle 30 km/h:iin. Kuvassa 20 on ajoneuvoseurantojen perusteella piirretyt nopeuksien keskiarvokäyrät molempiin ajosuuntiin.



Kuva 20: Nopeuksien keskiarvokäyrät ajoneuvoseurannoissa Espoon mittauksissa.

Autonkuljettajan ja jalankulkijan välistä käyttäytymistä tutkittiin kuvaamalla Laajalahden suuntaan ajavia autoja. Katua ylittävää jalankulkijaa väisti kokeen aikana noin kolmannes autoilijoista. Koska tutkimuskohdassa autoilija voi nähdä suojatielle saapuvan jalankulkijan jo kaukaa, niin suojatietä lähestyvä jalankulkija alensi myös niidenkin autoilijoiden nopeuksia, jotka eivät väistäneet jalankulkijaa. Kuvassa 21 videokuvausten perusteella saadut tulokset autoilijan ja jalankulkijan välisissä vuorovaikutustilanteissa.



Kuva 21: Nopeuksien keskiarvokäyrät autoilijan ja jalankulkijan välisissä vuorovaikutustilanteissa yksipuolisen kavennuksen kohdalla Espoossa.

3.8 Taajamatie, Rantasalmi

Rantasalmen taajamatie, Kylätie saneerattiin vuonna 1993. Tien keskustajaksolle rakennettiin kevyen liikenteen väylä tien molemmille puolille ja sisääntulojaksoille tien länsipuolelle. Aiemmin tiellä oli reunaviivalla erotettu päällystetty pientare. Ajoin kavennettiin 6,5 metriin koko matkalla, suojateiden kohdilla 5,5 metriin. Keskustaosuudelle asetettiin 40 km/h nopeusrajoitus ja nopeuksien hillitsemiseksi rakennettiin ajolinjaa muuttavia keskisaarekkeita, mm. Koulutien liittymän kohdalle sekä ajoradan korotus torin ja kauppa-aukion kohdalle. Torin kohdalla korotetun alueen pituus on 9 metriä ja kauppa-aukion kohdalla 70 metriä. Korotusten korkeus on 8 cm ja viisteiden kaltevuus 1:12,5. Ennen tilanteessa torin kohdalla ei ollut suojatietä. Sen sijaan Koulutien liittymän tuntumassa ja kauppa-aukion kohdalla oli suojatie. Kartta Rantasalmen taajamatiestä on kuvassa 22. (Tielaitos 1995a.)

Tielaitoksen tienpidon suunnittelu on teettänyt Rantasalmella ennen-jälkeen -seurantatutkimuksen, jonka yhteydessä kuvattua videoaineistoa on käytetty tässä tutkimuksessa. Videoaineistosta otettiin lähemmän tarkastelun kohteeksi seuraavat kello 9 ja 16 välillä tehdyt nauhoitukset:

pe 11.9.1992 ennen-tilanne (sää:puolipilvinen, keli:kuiva tie)
-kauppa-aukio, tori ja Koulutien liittymä

pe 19.2.1993 ennen-tilanne (sää:pilvinen, keli:lumipolanteinen tie)
-kauppa-aukio, tori ja Koulutien liittymä

pe 11.2.1994 jälkeen-tilanne (sää:aurinkoinen, keli:lumipolanteinen tie)
-kauppa-aukio, tori ja Koulutien liittymä

pe 9.9.1994 jälkeen-tilanne (sää:pilvinen, keli:kuiva tie)
-kauppa-aukio ja tori

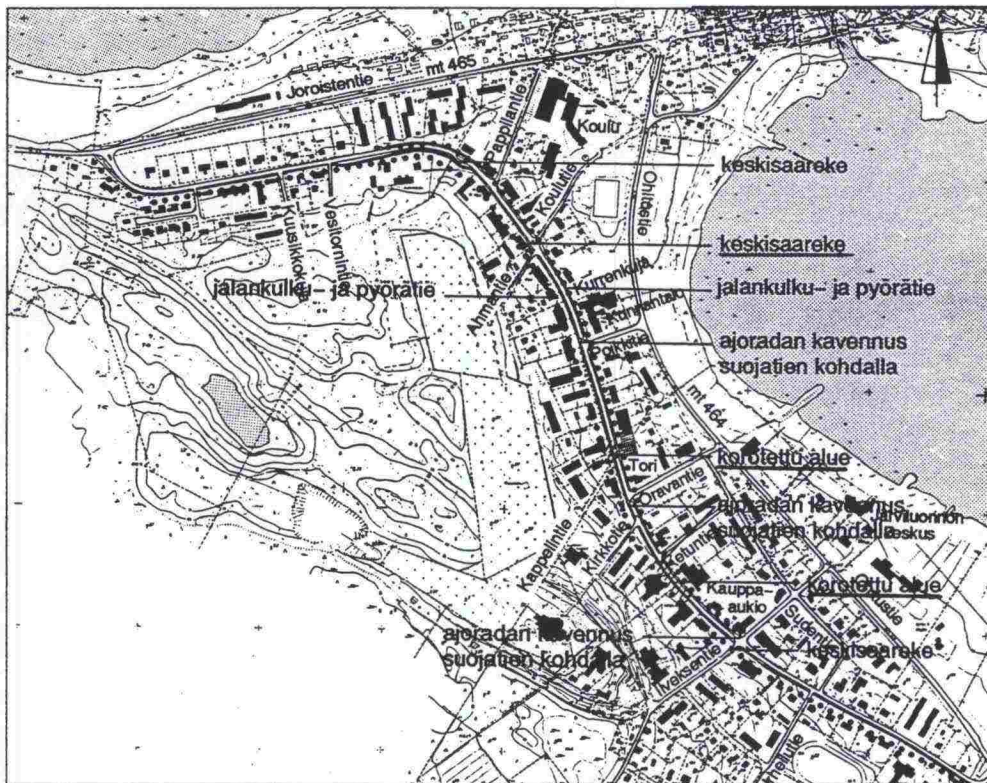
Kuva-aineistosta poimittiin ne tapaukset, joissa syntyi vuorovaikutustilanne autoilijan ja tietä ylittävän jalankulkijan välillä. Tarkastelussa olivat mukana molempien

ajosuuntien henkilö- ja pakettiautot sekä tien molemmilta puolilta ylittävät jalankulkijat. Näin aineiston koko saatiin mahdollisimman suureksi. Koska etäisyys- ja aikatietoja ei ollut käytettävissä, nauhoja tarkasteltiin varsin yleisellä tasolla. Kuvista pystyttiin erottelmaan ainoastaan se antoiko autoilija tietä jalankulkijalle vai ei.

Koulutien kohdalla ei ennen-aineistojen perusteella ainoakaan autoilija väistänyt jalankulkijaa. Vuorovaikutustilanteita oli yhteensä 22. Jälkeen-aineistossa oli 16 vuorovaikutustilannetta, joista kahdessa autoilija väisti.

Torin kohdalla ennen-tilanteessa ei ollut suojatietä. Jalankulkijoiden ylityskohdat jakautuivat tasaisesti pitkälle osuudelle. Tässä tarkastelussa havainnoitiin ylityksiä kuitenkin vain noin 30 metriä pitkällä osuudella torin kohdalla. Ennen-tilanteissa vuorovaikutustilanteita oli yhteensä 33. Yksikään autoilija ei väistänyt jalankulkijaa. Jälkeen-tilanteessa torin kohdalle oli rakennettu ajoradan korotus ja suojatie. Talvimittauksissa ei vielä yksikään autoilija väistänyt jalankulkijaa. Tapauksia oli yhteensä 31. Sitävastoin kesäoloissa tehdyssä kuvauksessa 24 prosenttia autoilijoista väisti ylittämään pyrkivää jalankulkijaa. Tässä aineistossa oli yhteensä 54 vuorovaikutustilannetta.

Kauppa-aukion kohdalla oli jo ennen-tilanteessa suojatie. Tiesaneerauksen jälkeen suojatie säilyi samalla kohdalla, mutta nyt se sijaitsee korotetun alueen reunalla. Ennen- ja jälkeen-kuvauksissa vuorovaikutustilanteita oli suurinpiirtein sama määrä (73 ja 88 kpl). Talviolioissa ennen korotuksen rakentamista 10 prosenttia autoilijoista väisti jalankulkijaa. Korotuksen rakentamisen jälkeen väistävien osuus nousi hieman ja oli 13 prosenttia. Kesäoloissa jalankulkijaa väistävien autoilijoiden osuus kasvoi 22 prosentista 35 prosenttiin.



Kuva 22: Rantasalmen taajamatien kartta.

4 MITTAUSTULOSTEN ANALYSOINTI

4.1 Nopeuskäyttäytyminen

Kuljettajan käyttämä nopeus on helposti mitattavissa oleva tekijä, jonka perusteella voidaan tutkia erilaisten hidastimien vaikutusta ajokäyttäytymiseen. Tutkituista hidastimista ajoradan korotukset ja kiertoliittymä vaikuttivat kaikkien kuljettajien nopeuksiin selvästi. Ajoradan korotuksessa Keuruulla keskinopeudet olivat noin 25 km/h ja Kauniaisissa hieman alle 40 km/h. Keuruulla korotus sijaitsee taajaman keskustassa 30 km/h:n rajoitusalueella. Kauniaisissa se taas sijaitsee 50 km/h:n nopeusrajoitusalueella ja korotuksen mitoitus on erilainen. Esimerkiksi viisteiden kaltevuus on loivempi Keuruulla. Kangasalan kiertoliittymässä nopeudet laskivat 50 km/h:n rajoitusalueella noin 25 km/h:iin.

Ajoneuvoseurantojen perusteella kiertoliittymä alkoi vaikuttaa ajoneuvojen nopeuksiin noin 200 metriä ennen liittymää. Vaikutusalue jatkui kiertoliittymän jälkeen noin 150 metrin etäisyydelle. Yksittäisen ajoradan korotuksen vaikutus nopeuksiin ulottui noin 100 metrin etäisyydelle korotuksesta.

Ajolinjan sivusiirtymän kohdalla kuljettajien ei tarvitse muuttaa nopeuttaan niin paljon kuin korotuksissa. Sekä Raumalla että Paimiossa tutkittiin keskisaarekkeen avulla rakennettua sivusiirtymää, joka sijaitsee loivassa kaarteessa. Molemmissa kohteissa on 40 km/h:n nopeusrajoitus. Paimiossa nopeuksien keskiarvot olivat alle 45 km/h. Raumalla keskinopeudet olivat 2 - 3 km/h korkeammat kuin Paimiossa. Tähän voivat vaikuttaa useat eri tekijät. Raumalla sivusiirtymän suuruus on hieman pienempi kuin Paimiossa. Lisäksi Paimiossa kuljettajan näkökenttää kaventavat rakennukset. Raumalla on myös toinen sivusiirtymä, joka sijaitsee suoralla. Tämä sivusiirtymä on tiukemmin mitoitettu kuin kaarteessa oleva. Keskinopeudet olivatkin hieman alempia kuin kaarteessa olevassa sivusiirtymässä. Ajoneuvoseurannan tuloksien mukaan ajolinjan sivusiirtymä vaikutti nopeuksiin noin 200 metrin matkalla.

Kuljettajien käyttämiä nopeuksia suojatiesaarekkeen kohdalla tutkittiin Keuruulla ja Paimiossa. Koska kohteet ovat keskenään varsin erilaisia, niissä mitattuja nopeuksia voi verrata vain mainittujen kohteiden muihin hidastimiin. Keuruun suojatiesaarekkeen kohdalla nopeuksien keskiarvot olivat hieman alle 30 km/h ja ne olivat 4 - 5 km/h korkeampia kuin korotuksessa. Paimiossa suojatiesaarekkeen kohdalla nopeuksien keskiarvot olivat samoin noin 5 km/h korkeampia kuin vertailukohtana olleessa ajolinjan sivusiirtymässä.

Yksipuolisen kavennuksen kohdalla kuljettajat käyttivät hieman alempia nopeuksia silloin, kun kavennus oli ajosuunnan kaistalla. Erot olivat kuitenkin pieniä. Nopeuksien keskiarvo Espoon kohteessa 40 km/h:n nopeusrajoitusalueella oli noin 45 km/h. Hidastimen kohdalla nopeudet laskivat ainoastaan silloin, kun oli vastaan tulevaa liikennettä.

Nopeushavaintoja raskaista ajoneuvoista tehtiin varsin vähän. Yleisesti voi sanoa, että raskaiden ajoneuvojen nopeudet olivat ajoradan korotuksissa selvästi alempia kuin henkilöautojen nopeudet. Keskinopeuksien ero oli 5 - 10 km/h. Muissa hidastimissa erot olivat pienempiä. Yksittäistapauksissa raskaan ajoneuvon kuljettaja käytti jopa korkeampaa nopeutta kuin henkilöautoilijat.

Kun verrataan mitattuja nopeuksia vallitsevaan nopeusrajoitukseen voidaan todeta seuraavaa. Nopeuksien keskiarvo hidastimen kohdalla oli korkeampi kuin nopeusrajoitus Rauman ja Paimion ajolinjan sivusiirtymän, Paimion suojatiesaarekkeen

ja Espoon yksipuolisen kavennuksen kohdalla. Näissä kohteissa nopeusrajoitus on 40 km/h. Keskinopeudet ylittivät nopeusrajoituksen enimmillään noin 7 km/h:llä. Nopeus, jonka 85 prosenttia ajoneuvoista alittaa, v_{85} -nopeus, oli alempi tai yhtäsuuri kuin nopeusrajoitus ainoastaan Kangasalan kiertoliittymässä ja Keuruun korotetun suojatien kohdalla. Muissa kohteissa v_{85} -nopeus oli 2 - 17 km/h korkeampi kuin nopeusrajoitus. Suurimmat ylitykset mitattiin Rauman ja Paimion ajolinjan sivusiirtymän, Paimion suojatiesaarekkeen ja Espoon yksipuolisen kavennuksen kohdalla.

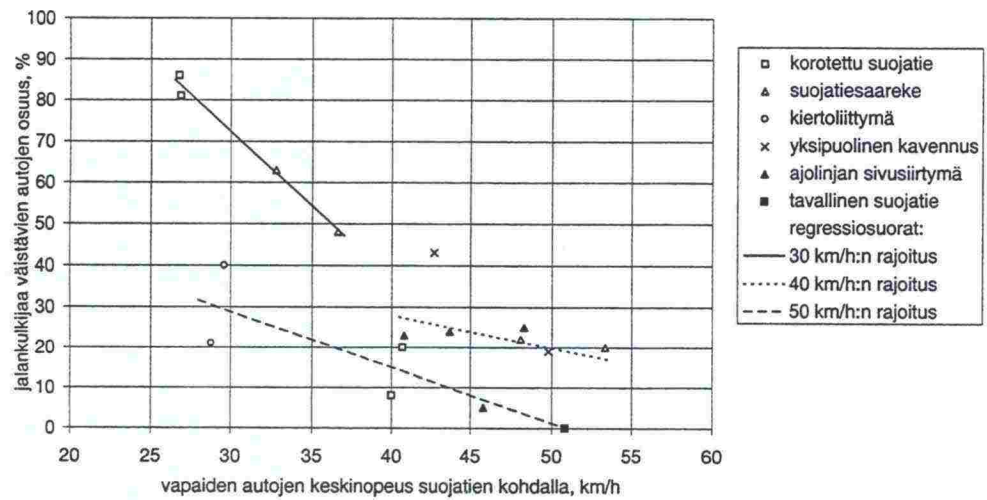
Sää- ja keliolojen vaikutusta kuljettajien käyttämiin nopeuksiin tutkittiin vertaamalla eri mittauskerroilla erilaisissa oloissa mitattuja nopeuskeskiarvoja keskenään. Selkeimmin nopeuksia alensi lumisade ja luminen tienpinta. Kauniaisten ja Espoon mittauksissa mitattujen nopeuksien keskiarvot olivat näissä oloissa tilastollisesti merkitsevästi alempia kuin kuivalla tiellä ja sateettomissa oloissa. Nopeuksien ero oli enimmillään noin 4 km/h. Nopeuksien keskiarvoihin vaikutti myös vesisade. Paimiossa vesisateella keskinopeudet olivat noin 3 km/h alemmat kuin kuivalla pakkaskelillä. Ero on tilastollisesti merkitsevä.

Kaikissa mittauskohteissa tehtiin nopeusmittauksia sekä päivällä että pimeällä katuvalojen ollessa päällä. Pimeällä mitatut nopeuksien keskiarvot olivat jonkin verran alempia kuin päivällä mitatut lukuunottamatta Keuruun tuloksia. Keuruulla pimeään aikaan olivat liikennemäärät pienempiä kuin päivällä ja tämä lienee eräs syy muista kohteista poikkeavaan tulokseen. Tilastollisesti merkitsevä ero pimeän ja valoisin ajan keskinopeuksien välillä oli Keuruun suojatiesaarekkeen ja korotetun suojatien kohdalla, Kauniaisten korotuksessa Turuntien suuntaan sekä Espoossa kavennuksen ollessa vastakkaisella ajosuunnalla. Nopeuksien keskiarvojen erot olivat Keuruulla noin 2 km/h ja muissa kohteissa 2 - 3 km/h.

4.2 Jalankulkijan ja autoilijan väliset vuorovaikutustilanteet

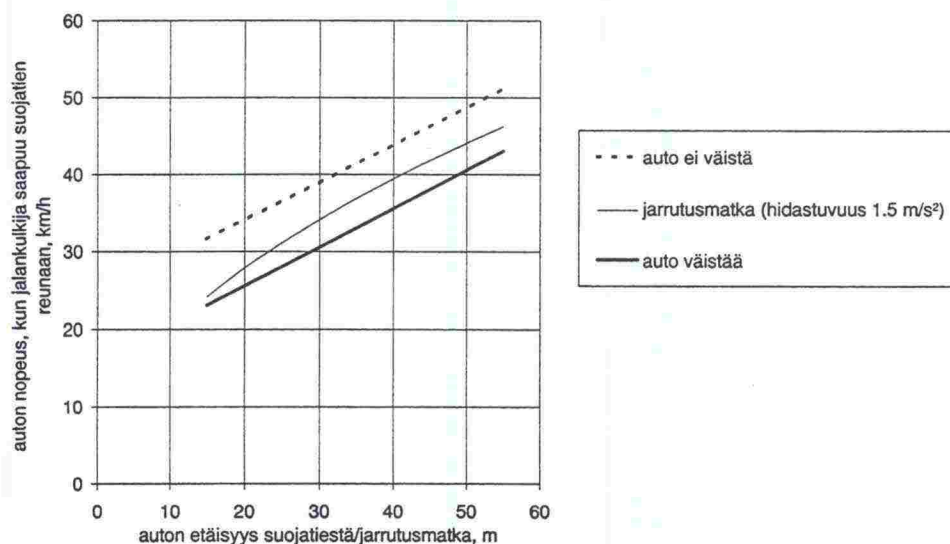
Jalankulkijan ja autoilijan vuorovaikutustilanteita tutkittiin hidastimien kohdalla tai niiden välittömässä läheisyydessä olevilla suojateilla. Tutkimuksessa käytettiin koejalankulkijaa, jotta vuorovaikutustilanteet saatiin samankaltaiseksi ja näin keskenään vertailukelpoiseksi eri kohteiden välillä. Lisäksi havaintoja tehtiin aidoista vuorovaikutustilanteista.

Koetilanteessa jalankulkijaa väistettiin parhaiten 30 km/h:n nopeusrajoitusalueella sijaitsevalla korotetulla suojatiellä, jonka kohdalla väistävien autoilijoiden osuus oli yli 80 prosenttia. Samalla nopeusrajoitusalueella sijaitsevan suojatiesaarekkeen kohdalla väistäjiä oli yli 50 prosenttia kaikista autoilijoista. 40 km/h:n nopeusrajoitusalueilla ajolinjan sivusiirtymissä sekä suojatiesaarekkeiden kohdilla noin 20 - 30 prosenttia autoilijoista väisti jalankulkijaa. Tällä samalla vaihteluvälillä olivat väistävien autoilijoiden osuudet myös 50 km/h nopeusrajoitusalueella sijaitsevalla korotetulla suojatiellä ja 40 km/h:n nopeusrajoitusalueella olevan yksipuolisen kavennuksen kohdalla. Kiertoliittymän yhteydessä olevalla suojatiellä noin 30 prosenttia autoilijoista väisti jalankulkijaa. Jalankulkijaa väistävien autoilijoiden osuus oli riippuvainen nopeusrajoituksesta ja vapaiden ajoneuvojen nopeudesta suojatien kohdalla. Kuvassa 23 on esitetty vapaiden autojen keskinopeuden ja jalankulkijaa väistävien autoilijoiden osuuden välinen riippuvaisuussuhde. Kuvaan on lisäksi piirretty kerättyyn aineistoon nopeusrajoitusalueittain sovitettut regressiosuorat.



Kuva 23: Jalankulkijaa väistävien kuljettajien osuuden riippuvaisuus vapaiden autojen suojatien kohdalla mitatusta keskinopeudesta.

Kuvanauha-aineistosta poimittiin auton nopeus ja etäisyys suojatiestä jalankulkijan saapuessa suojatien reunaan. Jalankulkijaa väistävien autoilijoiden nopeudet olivat noin 10 km/h alempia kuin niiden kuljettajien, jotka eivät väistäneet. Sekä jalankulkijaa väistävien että väistämättömien kuljettajien havainnoille tehtiin lineaarinen regressioanalyysi. Regressioanalyysin tuloksen perusteella 40 km/h:n nopeudella suojatietä lähestyvä kuljettaja väisti jalankulkijaa, jos auton etäisyys suojatiestä on runsaat 45 metriä. Vastaava etäisyys niillä kuljettajilla, jotka eivät väistäneet jalankulkijaa on runsaat 30 metriä. Tielaitoksen kaupunkialueiden pääväyläohjeen laatuluokituksen mukaan matkustusmukavuus on hyvä, jos hidastuvuus on alle $1,5 \text{ m/s}^2$. Auton jarrutusmatka $1,5 \text{ m/s}^2$ hidastuvuudella 40 km/h:n nopeudesta on noin 40 metriä. Kun verrataan jarrutusmatkan pituutta eri nopeuksilla tällä hidastuvuudella, voidaan todeta, että jarrutusmatkan kuvaaja asettuu väistötutkimuksen aineistosta muodostettujen regressiosuorien välille. Jalankulkijaa väistävien autoilijoiden havainnoista laskettu regressiosuora vastaa noin $1,2 \text{ m/s}^2$:n hidastuvuutta. Jalankulkijaa väistämättömien kuljettajien regressiosuora taas vastaa alle 25 metrin etäisyydellä suojatiestä noin $2,4 \text{ m/s}^2$:n, 25 - 40 metrin etäisyyksillä noin $2,0 \text{ m/s}^2$:n ja yli 40 metrin etäisyyksillä noin $2,4 \text{ m/s}^2$:n hidastuvuutta. Kuvaan 24 on piirretty sekä regressiosuorat että jarrutusmatkan kuvaaja $1,5 \text{ m/s}^2$:n hidastuvuudella.



Kuva 24: Jalankulkijaa väistävien ja väistämättömien ajoneuvojen etäisyys suojatiestä ja nopeus sillä hetkellä, kun jalankulkija saapuu suojatien reunaan, sekä jarrutusmatkan pituus eri nopeuksilla, kun hidastuvuus on $1,5 \text{ m/s}^2$.

Rantasalmen videonauha-aineiston perusteella voitiin tutkia hidastimen rakentamisen vaikutuksia autoilijan ja jalankulkijan väliseen vuorovaikutukseen. Ennen ajolinjan sivusiirtymän rakentamista ei yksikään autoilijoista väistänyt suojatien kohdalla ylitysaikaisessa olevaa jalankulkijaa. Hidastimen valmistumisen jälkeen tällaisissa vuorovaikutustilanteissa runsaskymmenesosa autoilijoista väisti. Yksittäisen korotetun suojatien rakentaminen lisäsi myös jalankulkijaa väistävien kuljettajien määrää tavalliseen suojatiehen verrattuna. Rantasalmen keskustan kauppa-aukion kohdalla kuljettajat väistivät jalankulkijoita jo ennen hidastimien rakentamista mutta väistäjien määrä lisääntyi 5 - 10 prosenttiyksikköä, kun tälle kohdalle rakennettiin korotettu alue. Aineistoa tarkastelemalla tuli ilmi myös se, että jalankulkijaa väistävien kuljettajien osuus vuorovaikutustilanteissa oli noin kaksinkertainen kesällä verrattuna talviaikaan. Rantasalmen vuorovaikutustilanteita tarkastelemalla havaittiin, että muutamat jalankulkijat eivät halunneet ylittää tietä vaikka autoilija pysähtyi ja selvästi antoi tietä.

4.3 Mittausmenetelmien vertailua

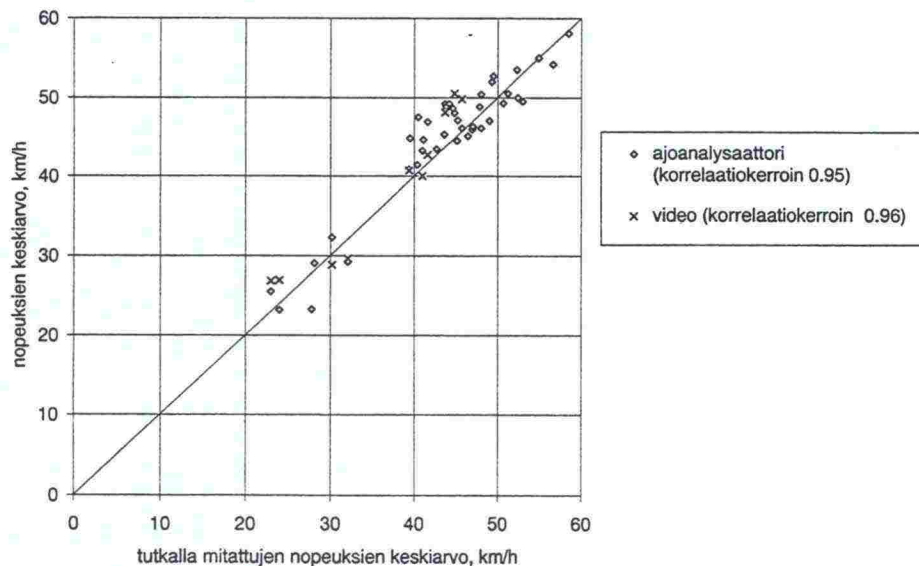
Tutkimuksessa tehtiin havaintoja kolmella mittausmenetelmällä. Lasertutkalla mitattiin ajoneuvojen hetkellisiä nopeuksia. Ajoneuvoseurannalla tutkittiin autoilijoiden käyttämiä nopeuksia ja niiden muuttumista hidastimen vaikutusalueella. Videokuvauksia tehtiin autoilijoiden ja jalankulkijoiden välisten vuorovaikutustilanteiden tarkastelua varten.

Lasertutkalla voidaan mitata ajoneuvon nopeus tarkasti halutulla kohdalla, sillä laitteen näytössä näkyy nopeuden lisäksi etäisyys mittauskohteeseen. Lasertutkan mittaussäde on kapea. Mittauksissa käytetyssä mallissa säde on 1,2 metriä leveä 300 metrin etäisyydellä. Tämän vuoksi on mahdollista poimia yksittäinen auto mittauskohteeksi myös vilkkaassa liikenteessä. Lasertutkalla voidaan tehdä myös jatkuva mittaus useamman sadan metrin pituisella osuudella. Tämä edellyttää kuitenkin esteetöntä näköyhteyttä kohteeseen.

Ajoneuvoseuranta on menetelmä, jolla on mahdollista mitata ajoneuvon nopeuksia pitkällä tiejaksolla. Menetelmällä ei voida mitata yksittäisen ajoneuvon nopeutta tarkasti, sillä mittausajoneuvon nopeuden määrää viimekädessä sen kuljettaja. Havaintojen tekeminen vie hiljaisessa liikenteessä kauan.

Kuvaamalla liikennettä saadaan aineistoon mukaan kaikki mittauspaikan tapahtumat. Lisäksi etuna on toistettavuus. Menetelmän ongelmana on kuitenkin videonauhojen purkutyö, joka vie aikaa.

Ajoneuvoseurannalla ja videokuvaamalla saatuja nopeuksia verrattiin lasertutkalla mitattuihin nopeuksiin. Koska mittauksia eri menetelmillä ei tehty samanaikaisesti, valittiin vertailupareiksi mittaukset, joissa sää- ja keliolot sekä liikennemäärät olivat mahdollisimman samanlaiset. Tutkalla ja ajoanalysaattorilla mitattujen nopeuksien korrelaatiokerroin oli 0,95. Tutka- ja videomittausten välinen korrelaatiokerroin oli 0,96. Tämän perusteella voi päätellä, että eri menetelmillä saatujen nopeuskeskiarvojen väliset erot ovat vähäisiä. Kuvassa 25 on esitetty tutkalla mitattujen nopeuksien keskiarvot verrattuna ajoneuvoseurannalla ja videolla saatuihin keskiarvoihin.



Kuva 25: Ajoanalysaattorilla ja videon avulla mitattujen nopeuksien keskiarvojen vertailu lasertutkalla mitattuihin keskiarvoihin.

5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Hidastimilla alennetaan kuljettajien käyttämiä nopeuksia. Nopeuksia alentamalla parannetaan erityisesti kevyen liikenteen turvallisuutta. Tutkimuksessa on tarkasteltu autoilijoiden nopeuskäyttäytymistä hidastimien kohdalla sekä tutkittu ajoneuvon kuljettajien ja jalankulkijoiden välistä vuorovaikutusta hidastimen yhteydessä olevien suojateiden kohdalla. Tutkimusaineistoa kerättiin kenttämittauksilla seitsemässä eri kohteessa. Tutkittuja hidastintyyppejä olivat ajoradan korotus, ajolinjan sivusiirtymä, yksipuolinen kavennus ja kiertoliittymä. Lisäksi vertailumittauksia tehtiin suojatiesaarekkeiden kohdalla ja tavallisella suojatiellä.

Nopeudet alenivat eniten ajoradan korotuksissa ja kiertoliittymässä. Korotuksissa nopeudet olivat 5 - 10 km/h alempia kuin nopeusrajoitus. Ajoradan korotuksen muoto ja korkeus vaikuttaa kuljettajien käyttämiin nopeuksiin. Esimerkiksi korotuksen viisteen jyrkentäminen laskee nopeuksia (Tielaitos 1995b). Kiertoliittymän kohdalla nopeudet olivat alle 30 km/h. Sekä korotukset että kiertoliittymä vaikuttivat kaikkien kuljettajien nopeuksiin selvästi. Ajoradan korotus vaikutti autoilijoiden nopeuksiin noin 100 metrin etäisyydellä korotuksesta. Kiertoliittymän vaikutus alkoi noin 200 metriä ennen liittymää. Liittymän jälkeen vaikutus jatkui noin 150 metrin päähän.

Keskisaarekkeen avulla rakennetun ajolinjan sivusiirtymän kohdalla nopeudet laskivat jonkin verran. Nopeudet alenivat 40 km/h:n nopeusrajoitusalueilla tämän tyyppisissä hidastimissa noin 5 km/h. Nopeuden alenemaan vaikuttaa sivusiirtymän suuruus ja esimerkiksi ympäristö tiealueen ulkopuolella (Tielaitos 1995b). Tutkimuksessa oli mukana kaksi kohdetta, joissa molemmissa on ajolinjan sivusiirtymä loivassa kaarteessa. Toisessa niistä sivusiirtymän suuruus on 2,0 metriä ja toisessa 2,5 metriä. Lisäksi suuremman sivusiirtymän kohteessa kuljettajan näkökenttää rajoittavat rakennukset. Keskinopeudet olivat 2,5 metrin sivusiirtymän kohdalla noin 2 - 3 km/h alemmat kuin 2,0 metrin sivusiirtymässä. Sivusiirtymä vaikutti kuljettajien nopeuksiin noin 100 metrin etäisyydellä ennen sivusiirtymää ja sivusiirtymän jälkeen.

Yksipuolisen kavennuksen kohdalla kuljettajat laskivat nopeuttaan selvästi ainoastaan kohtaamistilanteissa. Kun kavennus oli ajosuunnan kaistalla, nopeudet olivat hieman alempia kuin vastakkaisella suunnalla. Tutkimuskohteena olleen yksipuolisen kavennuksen kohdalla kuljettajien keskinopeudet ylittivät 40 km/h:n nopeusrajoituksen 5 km/h:lla.

Kahdessa mittauskohteessa mitattiin vertailun vuoksi kuljettajien käyttämiä nopeuksia 30 ja 40 km/h:n nopeusrajoitusalueilla tavallisen suojatiesaarekkeen kohdalla. Suojatiesaarekkeen luona mitattujen nopeuksien keskiarvot olivat 5 km/h korkeampia verrattuna nopeuskeskiarvoihin niin ajoradan korotuksen kuin ajolinjan sivusiirtymän kohdalla.

Osassa mittauskohteista pystyttiin mittauksia tekemään vaihtelevissa sää- ja kelioloissa ja kaikissa kohteissa sekä valoisalla että pimeällä katuvalaistuksessa. Selkeimmin kuljettajat laskivat nopeuksiaan lumisateella ja lumisella tienpinnalla. Keskinopeuksien ero kuivan kelin tuloksiin oli tilastollisesti merkitsevä. Nopeuksien keskiarvojen ero oli enimmillään 4 km/h. Myös vesisade laski nopeuksia tilastollisesti merkitsevästi. Pimeällä mitatut nopeudet olivat yleisesti ottaen jonkin verran alempia kuin valoisana aikana. Kuitenkin muutamassa kohteessa tilanne oli päinvastainen. Tähän lienevät pääsyyinä pienet liikennemäärät pimeällä. Nopeuksien keskiarvojen eron suuruus oli 2 - 3 km/h.

Jalankulkijan ja autoilijan vuorovaikutusta tutkittiin hidastimen yhteydessä olevien suojateiden kohdalla. Tutkimuksessa käytettiin jalankulkijana koehenkilöä, jotta

vuorovaikutustilanteet jalankulkijoiden vähäisyyden takia saatiin eri kohteissa samankaltaisiksi ja siten keskenään vertailukelpoisiksi. Havaintoja tehtiin myös aidoista vuorovaikutustilanteista ennen hidastimen rakentamista ja sen rakentamisen jälkeen. Vuorovaikutustilanteissa tutkittiin miten henkilö- ja pakettiauton kuljettaja väisti ajoradan ylitysaikaisessa olevaa jalankulkijaa.

Jalankulkijaa väistettiin parhaiten 30 km/h:n nopeusrajoitusalueella sijaitsevalla korotetulla suojatiellä, jonka kohdalla yli 80 prosenttia autoilijoista väisti. Väistävien autoilijoiden osuus oli korkea myös 30 km/h:n rajoitusalueella olevan suojatiesaarekkeen kohdalla, jossa se oli yli 50 prosenttia. Niissä kohteissa, joissa nopeusrajoitus on 40 km/h, väistävien kuljettajien osuus oli sekä ajolinjan sivusiirtymissä että yksipuolisen kavennuksen ja suojatiesaarekkeen kohdalla 20 - 30 prosenttia. Kiertoliittymien yhteydessä olevalla suojatiellä jalankulkijaa väisti noin 30 prosenttia autoilijoista. Nopeusrajoitus tällä kohdalla oli 50 km/h. Korotetun suojatien kohdalla 50 km/h:n nopeusrajoitusalueella väistävien osuus oli noin 15 prosenttia. Tavallisen suojatien kohdalla yksikään autonkuljettaja ei väistänyt jalankulkijaa koetilanteessa.

Koetilanteessa kerätyn aineiston mukaan jalankulkijaa väistävien autonkuljettajien osuus kaikista autonkuljettajista on riippuvainen vapaiden autojen keskinopeudesta suojatien kohdalla. Lisäksi väistävien kuljettajien osuuteen vaikutti vallitseva nopeusrajoitus. Esimerkiksi sellaisen suojatien kohdalla, jossa vapaiden autojen nopeuksien keskiarvo oli 30 km/h, jalankulkijaa väistävien kuljettajien osuus 30 km/h:n nopeusrajoitusalueella oli noin 80 prosenttia. Vastaava osuus 50 km/h:n nopeusrajoitusalueen aineistossa oli noin 30 prosenttia. Jalankulkijaa väistävien autoilijoiden osuus oli noin 30 prosenttia niiden 40 km/h:n nopeusrajoitusalueilla sijaitsevien suojateiden kohdalla, joilla vapaiden ajoneuvojen nopeus oli noin 40 km/h. Vastaava osuus 50 km/h:n nopeusrajoitusalueilla oli hieman alle 20 prosenttia.

Jalankulkijaa väistävät kuljettajat ajoivat noin 10 km/h alemmalla nopeudella kuin ne kuljettajat, jotka eivät väistäneet jalankulkijaa. Väistämisalukkuuteen vaikutti auton nopeus ja etäisyys suojatiehen sillä hetkellä, kun jalankulkija saapui suojatien reunaan. Kun etäisyys oli sama kuin jarrutusmatka hidastuvuudella $1,2 \text{ m/s}^2$, kuljettajat keskimäärin väistivät jalankulkijaa.

Hidastimen rakentaminen suojatien kohdalle lisäsi jalankulkijaa väistävien autonkuljettajien osuutta. Tarkastelun kohteena olivat ajolinjan sivusiirtymä ja ajoradan korotus. Ennen ajolinjan sivusiirtymän rakentamista ei tavallisen suojatien kohdalla ollut väistäviä autoilijoita lainkaan, mutta sivusiirtymän rakentamisen jälkeen väistävien osuus nousi 10 prosenttiin. Ajoradan korotuksen kohdalla taajaman keskustassa jalankulkijaa väistäviä autoilijoita oli 5 - 10 prosenttiyksikköä enemmän kuin ennen hidastimen rakentamista. Lisäksi vertailemalla kesä- ja talviaineistoa havaittiin, että jalankulkijaa väistävien kuljettajien osuus oli kesällä noin kaksinkertainen verrattuna talviaikaan.

Suojatien kohdalle rakennettu hidastin alentaa ajonopeuksia ja helpottaa jalankulkijan tienylitystä. Jalankulkijaa väistävien kuljettajien osuus kasvaa, kun ajoneuvojen nopeudet suojatien kohdalla laskevat. Nopeuksien lasku pienentää myös jalankulkijoiden kuolemanvaraa mahdollisissa törmäystilanteissa. Pasasen (1991) mukaan jalankulkijan kuolemanvaara on noin 2,6 -kertainen 50 km/h:n nopeudella tapahtuvassa törmäyksessä verrattuna 40 km/h:n nopeudella tapahtuvaan törmäykseen. Vastaavasti kuolemanvaara on 7,7 -kertainen 50 km/h:n nopeudella tapahtuvassa törmäyksessä verrattuna 30 km/h:n nopeudella tapahtuvaan törmäykseen. Hidastimien rakentaminen on siis perusteltua, kun halutaan vähentää vakavia jalankulkijaonnettomuuksia.

6 LÄHDELUETTELO

Pasanen, E. 1991. Ajonopeudet ja jalankulkijan turvallisuus. Otaniemi. 126 s. + 7 liitt. Väitöskirja. Teknillinen korkeakoulu, liikennetekniikka, julkaisu 72. ISBN 951-22-0487-8. ISSN 0781-5816.

Tielaitos, tiehallitus, kehittämiskeskus. 1991. Pääväylät kaupunkialueilla. Suunnittelu- ja mitoituserusteet. Helsinki. 37 s. + liitt. 8s. (Tielaitoksen selvityksiä 56/1991). ISBN 951-47-5526-X, ISSN 0788-3722, TIEL 3200051.

Tielaitos, keskushallinto. 1995a. Rantasalmen taajamatien parantaminen. Yhteenvedo seurannasta. Helsinki. 82 s. (Tielaitoksen selvityksiä 41/1995). ISBN 951-726-087-3, ISSN 0788-3722, TIEL 3200318.

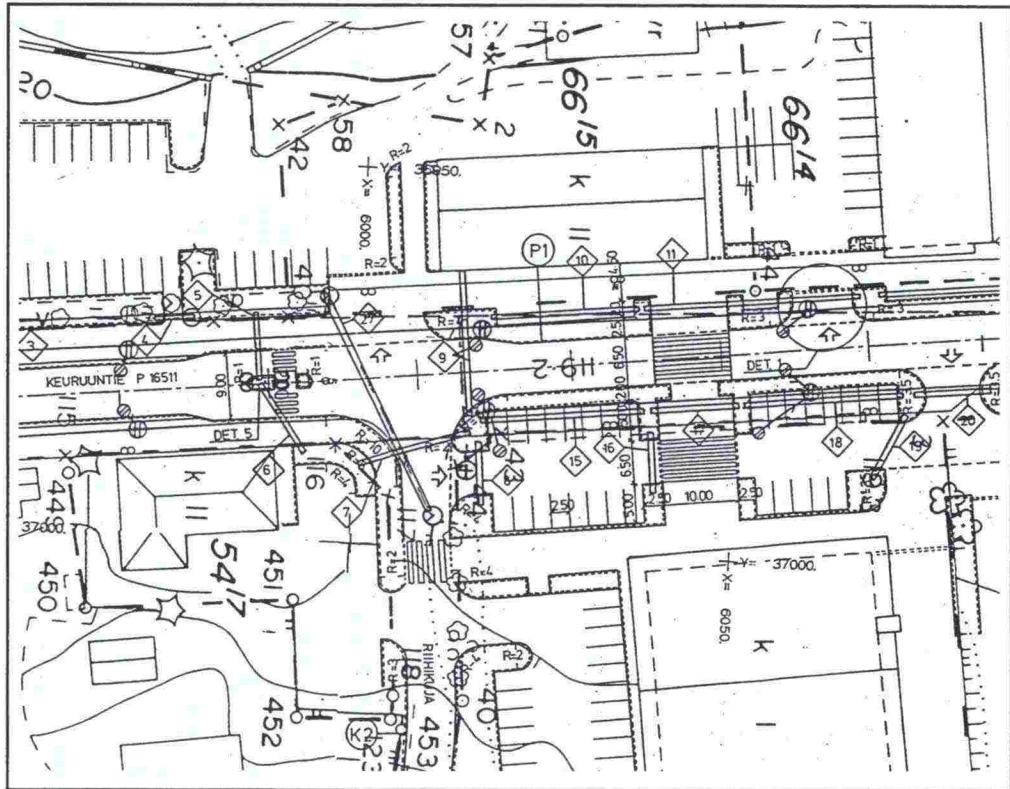
Tielaitos, kehittämiskeskus. 1995b. Tien rakenteellisten hidastimien vaikutus ajodynamiikkaan. Helsinki. 65 s. + liitt. 14 s. (Tielaitoksen selvityksiä 60/1995). ISBN 951-726-129-2, ISSN 0788-3722, TIEL 3200335.

7 LIITTEET

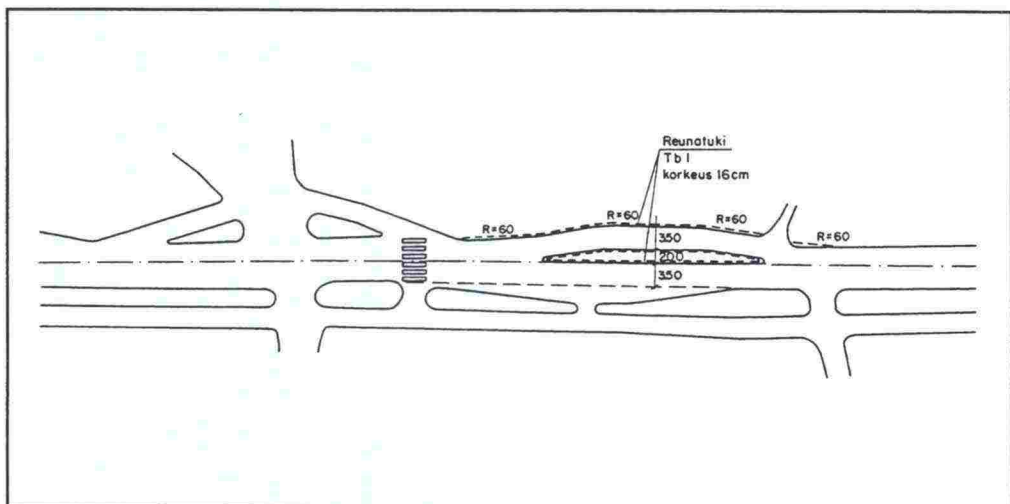
- Liite 1. Mittauskohteiden sijaintikartta.
- Liite 2. Mitoituskuvia hidastimista
- Liite 3. Valokuvia mittauskohteista.

Mittauskohteiden sijaintikartta

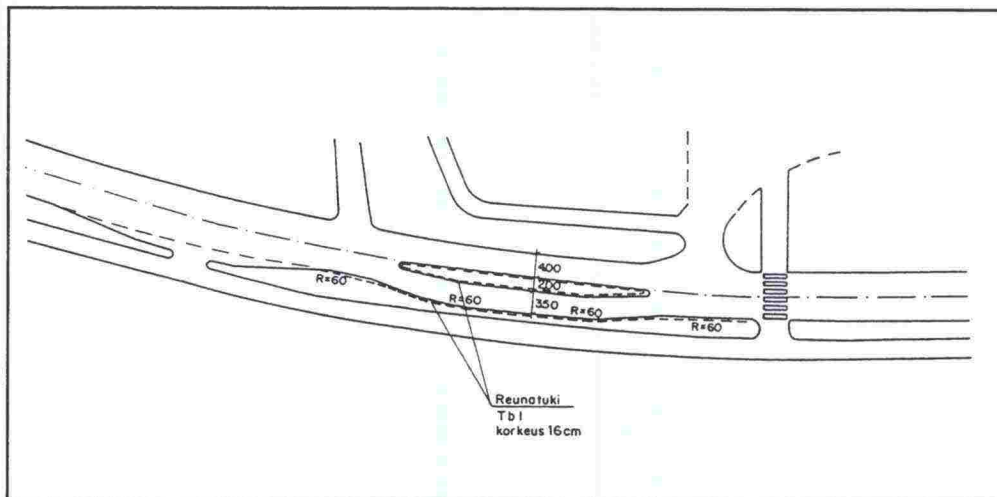
Mitoituskuvia hidastimista



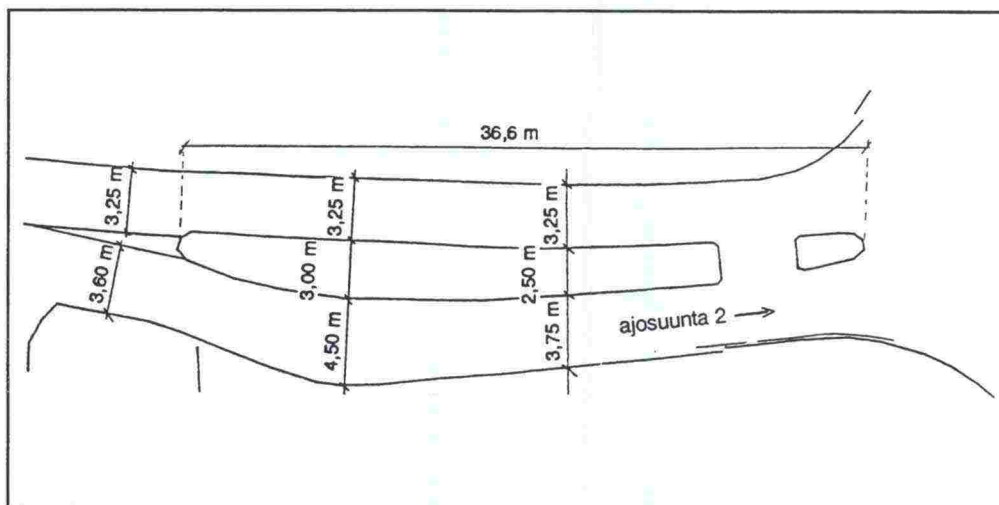
Kuva 1: Korotettu suojatie ja suojatiesaareke, Pt 16511 Keuruu.



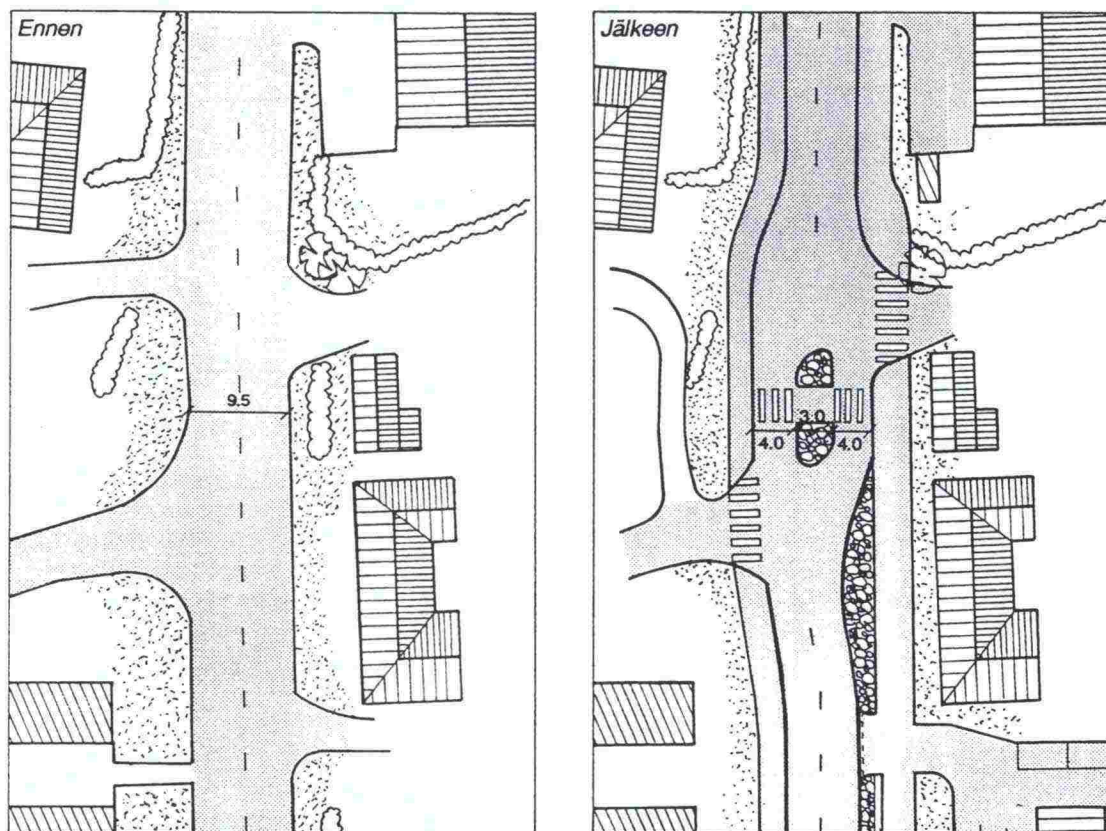
Kuva 2: Itäinen ajolinjan sivusiirtymä, Pt 12649 Rauma.



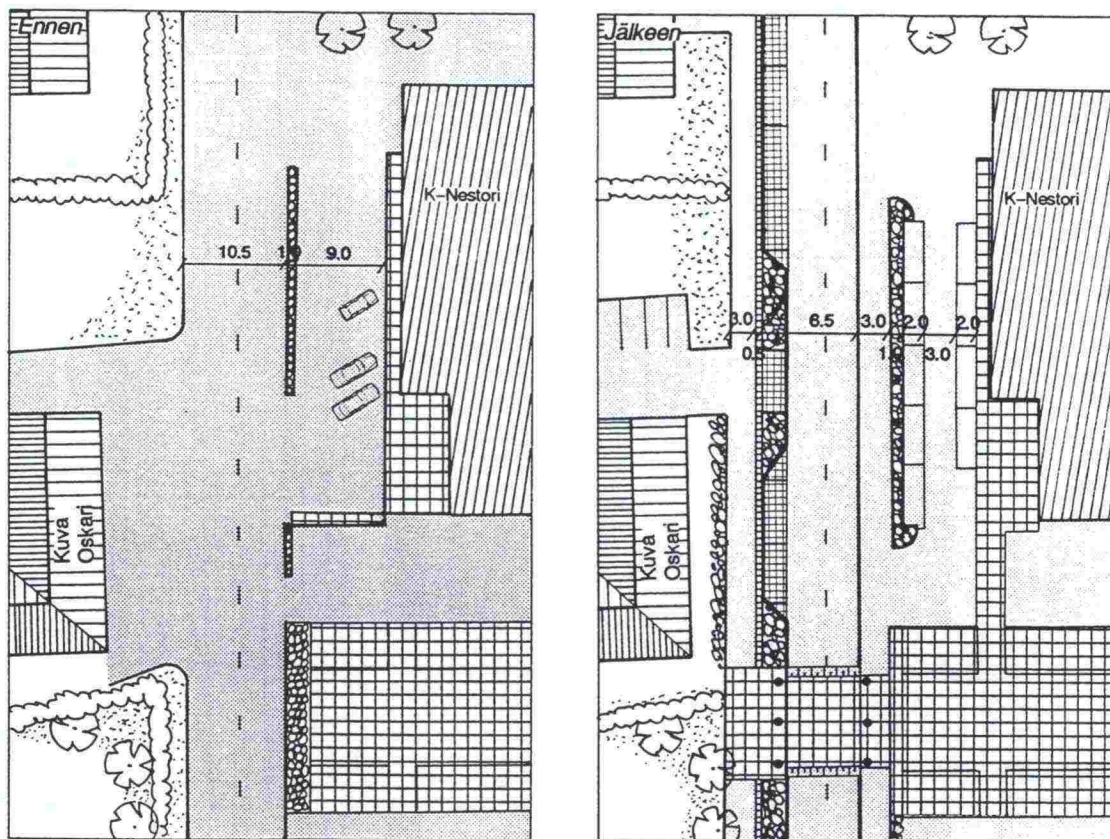
Kuva 3: Läntinen ajolinjan sivusiirtymä, Pt 12649 Rauma.



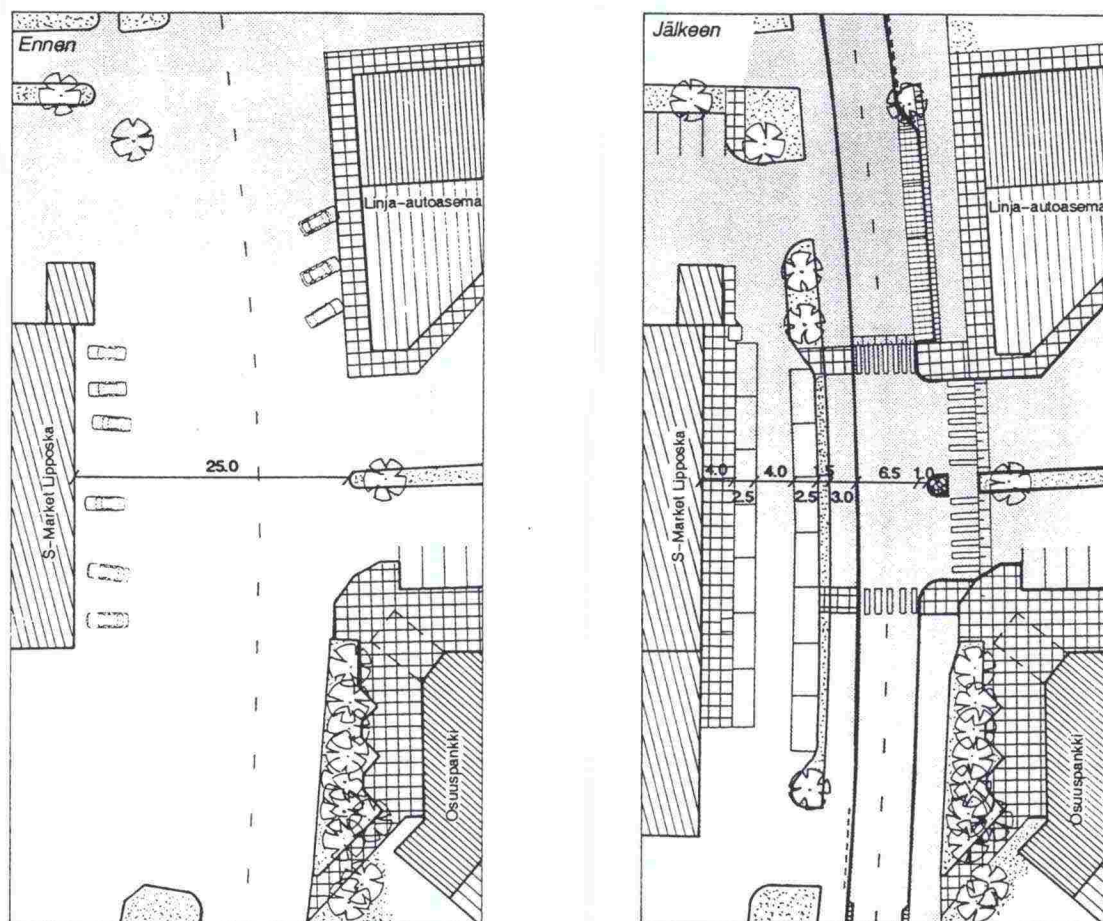
Kuva 4: Ajolinjan sivusiirtymä, Mt 235 Paimio.



Kuva 5: Ajolinjan sivusiirtymä, Pt 15346 Rantasalmi.



Kuva 6: Korotettu ajorata torin kohdalla, Pt 15346 Rantasalmi.



Kuva 7: Korotettu ajorata kauppaukion kohdalla, Pt 15346 Rantasalmi.

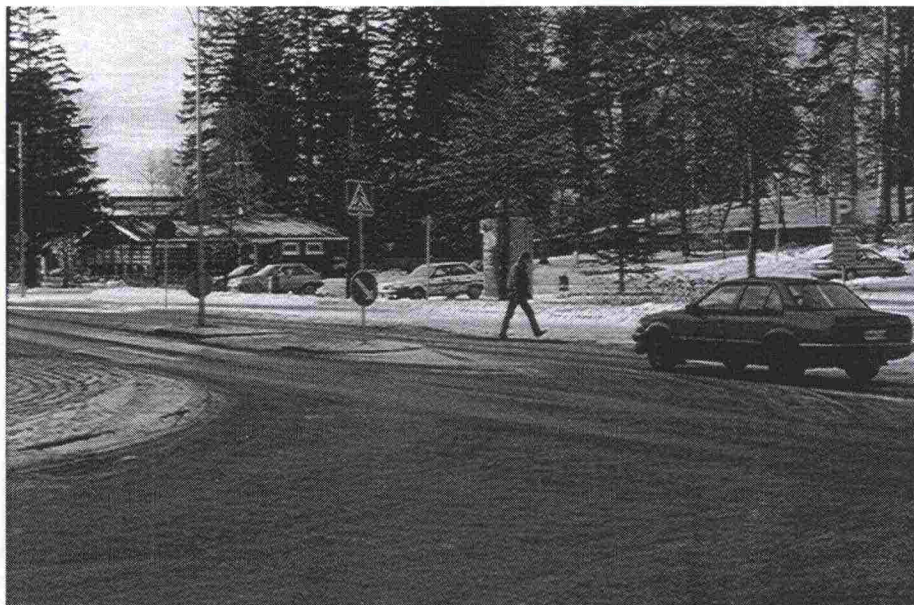
Valokuvia mittauskohteista



Isonlukontien kiertoliittymä, Mt 3404 Kangasala.



Korotettu suojatie, Pt 16511 Keuruu.



Suojatiesaareke, Pt 16511 Keuruu.



Suojatie Pomppustentien kohdalla, Pt 12649 Rauma.



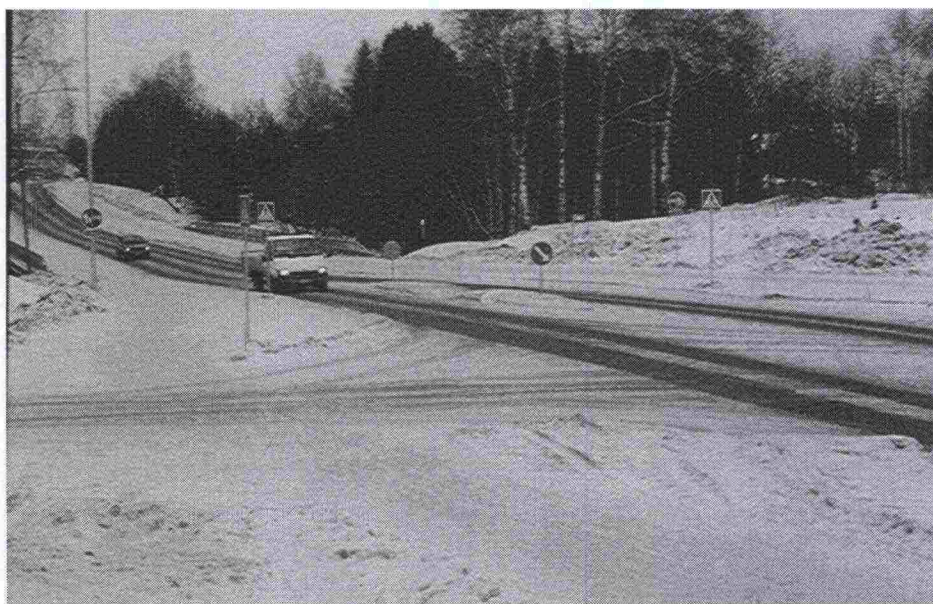
Itäinen ajolinjan sivusiirtymä, Pt 12649 Rauma.



Läntinen ajolinjan sivusiirtymä, Pt 12649 Rauma.



Ajolinjan sivusiirtymä, Mt 235 Paimio.



Suojatiesaareke, Mt 235 Paimio.



Korotettu suojatie, Asematie Kauniainen.



Yksipuolinen kavennus, Kivennavantie Espoo.



Ajolinjan sivusiirtymä, Pt 15346 Rantasalmi.



Korotettu ajorata torin kohdalla, Pt 15346 Rantasalmi.



Korotettu ajorata kauppaukion kohdalla, Pt 15346 Rantasalmi.

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 23/1996 Täydentävä uudistaminen; Mahdollisuuksia maankäytön ja liikenteen kestävään vuorovaikutukseen kaupunkiseuduilla. TIEL 3200391
- 24/1996 Bitumiemulsion käyttö soratien pölynsidonnassa. TIEL 3200392
- 25/1996 Ruuhkaisuuden kokeminen ja liikennetilannetiedottaminen - tienkäyttäjä-tutkimus kaksikaistaisilla teillä. TIEL 3200393
- 26/1996 Tieverkon laajuus kustannusvastaavuuden näkökulmasta. TIEL 3200394
- 27/1996 Liikenteen vertailutietoja eri maista. TIEL 3200395
- 28/1996 Tien uudelleenrakentamisen vaikutukset kylien elinvoimaan; Esimerkkinä Lahti-Orimattila-tieyhteys. TIEL 3200396
- 29/1996 Tien rakennekerrosmateriaalin stabilointi masuunikuonatuotteilla. TIEL 3200397
- 30/1996 Strategisen vaikutusarvioinnin kehittäminen. TIEL 3200398
- 31/1996 Ympäristöohjelma ja yhteistoiminta; Yhteistyö tielaitoksen ympäristön toimenpideohjelman 1997-2000 toteutuksessa. TIEL 3200399
- 32/1996 Häiriintymättömien maanäytteiden otto. TIEL 3200400
- 33/1996 Ödometrikoe. TIEL 3200401
- 34/1996 Sitomattomien materiaalien moduulit; Täydentävien kuormituskokeiden tulokset, Osa 1. TIEL 3200402
- 35/1996 Havaintoteiden asfalttipäällysteiden moduulit. TIEL 3200403
- 36/1996 Eriste- ja kevennysmateriaalien routakestävyys; Palaturve. TIEL 3200404
- 37/1996 Koerakennekohteiden materiaalien routakestävyys; Pohjoiset kohteet TIEL 3200405
- 38/1996 Rakennratkaisujen alustava suunnittelu ja kehittäminen. TIEL 3200406
- 39/1996 Pilari- ja massastabiloinnin tuotantotekniikka. TIEL 3200407
- 40/1996 Suurten liikennehankkeiden vaikutus kaupunkien kehitykseen. TIEL 3200408
- 41/1996 Yleisten teiden ympäristön tila - maisema. TIEL 3200409
- 42/1996 Yleisten teiden ympäristön tila; Tiepiirien tilaselvitysten yhteenveto. TIEL 3200410
- 43/1996 Tielaitoksen ympäristöraportti 1995; Vuosiraportti Tielaitoksen toiminnan ympäristönäkökohdista. TIEL 3200411
- 44/1996 Sitomattomien materiaalien moduulit; Muutosmoduulin arviointi karkearakeisilla kiviaineksilla, Osa 2. TIEL 3200412
- 45/1996 Eurooppatie E18-hankkeen ympäristöpoliittinen analyysi. TIEL 3200413
- 46/1996 LD-teräskuona tienparannusmateriaalina. TIEL 3200414
- 47/1996 Kaksikaistaiset kiertoliittymät. TIEL 3200415